

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-509129
(P2025-509129A)

(43)公表日 令和7年4月11日(2025.4.11)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
H 0 4 N 19/117 (2014.01)	H 0 4 N 19/117	5 C 1 5 9
H 0 4 N 19/136 (2014.01)	H 0 4 N 19/136	
H 0 4 N 19/176 (2014.01)	H 0 4 N 19/176	
H 0 4 N 19/82 (2014.01)	H 0 4 N 19/82	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全75頁)

(21)出願番号	特願2024-550808(P2024-550808)	(71)出願人	595020643 クゥアルコム・インコーポレイテッド QUALCOMM INCORPORATED アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1-1 7 1 4、サン・ディエゴ、 モアハウス・ドライブ 5 7 7 5
(86)(22)出願日	令和5年3月10日(2023.3.10)		
(85)翻訳文提出日	令和6年8月28日(2024.8.28)		
(86)国際出願番号	PCT/US2023/064108		
(87)国際公開番号	WO2023/173068		
(87)国際公開日	令和5年9月14日(2023.9.14)		
(31)優先権主張番号	63/269,207	(74)代理人	110003708 弁理士法人鈴榮特許総合事務所
(32)優先日	令和4年3月11日(2022.3.11)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(72)発明者	フー、ナン アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1-1 7 1 4、サン・ディエゴ、 モアハウス・ドライブ 5 7 7 5
(31)優先権主張番号	18/181,359		
(32)優先日	令和5年3月9日(2023.3.9)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(72)発明者	セレジン、バディム アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ 最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 デブロッキングフィルタ前のサンプル及びサンプル適応オフセット前のサンプルを有する適応ループフィルタ

(57)【要約】

ビデオデータを復号するためのデバイスは、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定し、フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの1つ又は複数、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用し、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ（ALF）をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用し、ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために、デバイスは、フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定し、サンプル修正値を決定するために、フィルタを差分値に適用し、サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定する、ように更に構成されている。

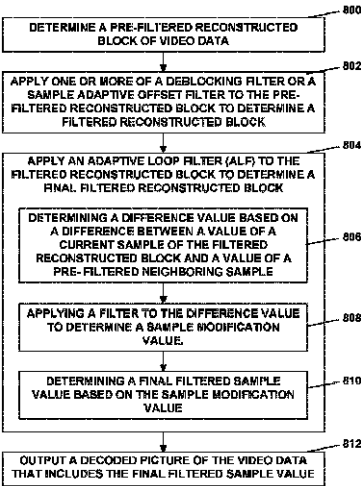


FIG. 22

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ビデオデータを復号する方法であって、前記方法は、

ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定することと、

フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの 1 つ又は複数を、前記フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用することと、

最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ（ALF）を前記フィルタ処理された再構成されたブロックに適用することと、を含み、

前記 ALF を前記フィルタ処理された再構成されたブロックに適用することは、

前記フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定することと、

サンプル修正値を決定するために、フィルタを前記差分値に適用することと、

前記サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、

を含む、方法。

【請求項 2】

前記現在のサンプルの前記値と前記フィルタ処理前の隣接サンプルの前記値との間の前記差分に基づいて、前記差分値を決定することは、前記差分値を前記差分に等しく設定することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記現在のサンプルの前記値と前記フィルタ処理前の隣接サンプルの前記値との間の前記差分に基づいて前記差分値を決定することは、前記現在のサンプルの前記値と前記フィルタ処理前の隣接サンプルの前記値との間の前記差分が最大値よりも大きいことに応答して、前記差分値を前記最大値に等しく設定することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 ALF を前記フィルタ処理された再構成されたブロックに適用することは、

前記現在のサンプルについてクラスインデックスを決定することと、

前記クラスインデックスに基づいてフィルタを選択することと、

第 2 のサンプル修正値を決定するために、選択された前記フィルタを前記現在のサンプルに適用することと、

前記サンプル修正値と前記第 2 のサンプル修正値とに基づいて、前記最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記現在のサンプルについてアクティビティメトリックを決定することと、

前記現在のサンプルについて方向メトリックを決定することと、

アクティビティメトリック及び前記方向メトリックに基づいて、前記クラスインデックスを決定することと、

を更に含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記選択されたフィルタを前記現在のサンプルに適用することは、前記選択されたフィルタの係数に、対応するフィルタサポート位置の値を乗算することを含み、前記対応するフィルタサポート位置は、前記フィルタ処理された再構成されたブロックのサンプルの値を含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】

第 1 の段階の適応ループフィルタ（ALF）を前記現在のサンプルに適用することであって、前記第 1 の段階の ALF を適用することは、

前記現在のサンプルについてクラスインデックスを決定することと、

前記クラスインデックスに基づいて、フィルタのセットからフィルタを選択することと、

及び

中間サンプル値を決定するために、フィルタの前記セットからの前記フィルタを再構成されたサンプルに適用すること、を含む、適用することと、

第2の段階のALFを前記現在のサンプルに適用することであって、前記第2の段階のALFを適用することは、

第2のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第2のセットから第2のフィルタを選択すること、及び

第2のサンプル修正値を決定するために、前記第2のフィルタを前記中間サンプル値に適用すること、を含む、適用することと、

前記サンプル修正値と前記第2のサンプル修正値とに基づいて、前記最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、

を更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

第1の段階の適応ループフィルタ（ALF）を前記現在のサンプルに適用することであって、前記第1の段階のALFを適用することは、

前記現在のサンプルについて第1のクラスインデックスを決定すること、

前記第1のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第1のセットからフィルタを選択すること、及び

第1の中間サンプル値を決定するために、フィルタの前記第1のセットからの前記フィルタを再構成されたサンプルに適用すること、を含む、適用することと、

第2の段階のALFを前記現在のサンプルに適用することであって、前記第2の段階のALFを適用することは、

前記現在のサンプルについて第2のクラスインデックスを決定すること、

前記第2のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第2のセットから第2のフィルタを選択すること、

第2のサンプル修正値を決定するために、前記第2のフィルタを前記現在のサンプルに適用すること、

前記第1の中間サンプル値に基づいて、第3のサンプル修正値を決定すること、を含む、適用することと、

前記サンプル修正値、前記第2のサンプル修正値、及び前記第3のサンプル修正値に基づいて、前記最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、

を更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記サンプル修正値、前記第2のサンプル修正値、及び前記第3のサンプル修正値に基づいて、前記最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することは、前記サンプル修正値、前記第2のサンプル修正値、及び前記第3のサンプル修正値を、前記現在のサンプルに加算すること、を含む、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、前記デブロッキングフィルタ又は前記サンプル適応オフセットフィルタのうちの1つ又は複数を、前記フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用することは、フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定するために、前記デブロッキングフィルタを、フィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用すること、を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

前記フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、前記デブロッキングフィルタ又は前記サンプル適応オフセットフィルタのうちの1つ又は複数を、前記フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用することは、フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定するために、前記デブロッキングフィルタ及び前記サンプル適応オフセットフィルタを、フィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用すること、含む、請求項1に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 12】

前記フィルタ処理前の隣接サンプルの前記値は、前記デブロックフィルタ又は前記サンプル適応オフセットフィルタのうちの一方又は両方が隣接サンプルに適用される前の前記隣接サンプルの値を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを含むビデオデータのピクチャを出力すること、を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

復号する前記方法は、ビデオ符号化プロセスの一部として実施される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

ビデオデータを復号するためのデバイスであって、前記デバイスが、

ビデオデータを記憶するように構成されたメモリと、

回路に実装された 1 つ又は複数のプロセッサと、を備え、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、

ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定し、

フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロックフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの 1 つ又は複数、前記フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用し、

最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ (ALF) を前記フィルタ処理された再構成されたブロックに適用する、ように構成されており、

前記 ALF を前記フィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、

前記フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定し、

サンプル修正値を決定するために、フィルタを前記差分値に適用し、

前記サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定する、ように更に構成されている、デバイス。

【請求項 16】

前記現在のサンプルの前記値と前記フィルタ処理前の隣接サンプルの前記値との間の前記差分に基づいて、前記差分値を決定するために、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、前記差分値を前記差分に等しく設定する、ように更に構成されている、請求項 15 に記載のデバイス。

【請求項 17】

前記現在のサンプルの前記値と前記フィルタ処理前の隣接サンプルの前記値との間の前記差分に基づいて、前記差分値を決定するために、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、前記現在のサンプルの前記値と前記フィルタ処理前の隣接サンプルの前記値との間の前記差分が最大値よりも大きいことに応答して、前記差分値を前記最大値に等しく設定する、ように更に構成されている、請求項 15 に記載のデバイス。

【請求項 18】

前記 ALF を前記フィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために更に、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、

前記現在のサンプルについてクラスインデックスを決定し、

前記クラスインデックスに基づいてフィルタを選択し、

第 2 のサンプル修正値を決定するために、選択された前記フィルタを前記現在のサンプルに適用し、

前記サンプル修正値と前記第 2 のサンプル修正値とに基づいて、前記最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定する、ように更に構成されている、請求項 15 に記載のデバイス。

10

20

30

40

50

【請求項 19】

前記 1 つ又は複数のプロセッサは、
前記現在のサンプルについてアクティビティメトリックを決定し、
前記現在のサンプルについて方向メトリックを決定し、
アクティビティメトリック及び前記方向メトリックに基づいて、前記クラスインデックスを決定する、ように更に構成されている、請求項 18 に記載のデバイス。

【請求項 20】

前記選択されたフィルタを前記現在のサンプルに適用するために、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、前記選択されたフィルタの係数に、対応するフィルタサポート位置の値を乗算するように更に構成されており、前記対応するフィルタサポート位置は、前記フィルタ処理された再構成されたブロックのサンプルの値を含む、請求項 18 に記載のデバイス。

10

【請求項 21】

前記 1 つ又は複数のプロセッサは、
第 1 の段階の適応ループフィルタ (ALF) を前記現在のサンプルに適用することであって、前記第 1 の段階の ALF を適用するために、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、
前記現在のサンプルについてクラスインデックスを決定し、
前記クラスインデックスに基づいて、フィルタのセットからフィルタを選択し、
中間サンプル値を決定するために、フィルタの前記セットからの前記フィルタを再構成されたサンプルに適用する、ように更に構成されている、適用することと、

20

第 2 の段階の ALF を前記現在のサンプルに適用することであって、前記第 2 の段階の ALF を適用するために、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、

第 2 のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第 2 のセットから第 2 のフィルタを選択し、

第 2 のサンプル修正値を決定するために、前記第 2 のフィルタを前記中間サンプル値に適用する、ように更に構成されている、適用することと、

前記サンプル修正値と前記第 2 のサンプル修正値とに基づいて、前記最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、を行うように更に構成されている、請求項 15 に記載のデバイス。

【請求項 22】

30

前記 1 つ又は複数のプロセッサは、

第 1 の段階の適応ループフィルタ (ALF) を前記現在のサンプルに適用することであって、前記第 1 の段階の ALF を適用するために、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、

前記現在のサンプルについて第 1 のクラスインデックスを決定し、

前記第 1 のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第 1 のセットからフィルタを選択し、

第 1 の中間サンプル値を決定するために、フィルタの前記第 1 のセットからの前記フィルタを再構成されたサンプルに適用する、ように更に構成されている、適用することと、

第 2 の段階の ALF を前記現在のサンプルに適用することであって、前記第 2 の段階の ALF を適用すること、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、

40

前記現在のサンプルについて第 2 のクラスインデックスを決定し、

前記第 2 のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第 2 のセットから第 2 のフィルタを選択し、

第 2 のサンプル修正値を決定するために、前記第 2 のフィルタを前記現在のサンプルに適用し、

前記第 1 の中間サンプル値に基づいて、第 3 のサンプル修正値を決定する、ように更に構成されている、適用することと、

前記サンプル修正値、前記第 2 のサンプル修正値、及び前記第 3 のサンプル修正値に基づいて、前記最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、を行うように更に構成されている、請求項 15 に記載のデバイス。

50

【請求項 2 3】

前記サンプル修正値、前記第 2 のサンプル修正値、及び前記第 3 のサンプル修正値に基づいて、前記最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定するために、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、前記サンプル修正値、前記第 2 のサンプル修正値、及び前記第 3 のサンプル修正値を、前記現在のサンプルに加算する、ように更に構成されている、請求項 2 2 に記載のデバイス。

【請求項 2 4】

前記フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、前記デブロッキングフィルタ又は前記サンプル適応オフセットフィルタのうちの 1 つ又は複数を、前記フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用するために、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、
フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定するために、前記デブロッキングフィルタを、
フィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用する、ように更に構成されている、
請求項 1 5 に記載のデバイス。

10

【請求項 2 5】

前記フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、前記デブロッキングフィルタ又は前記サンプル適応オフセットフィルタのうちの 1 つ又は複数を、前記フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用するために、前記 1 つ又は複数のプロセッサは、
前記デブロッキングフィルタ及び前記サンプル適応オフセットフィルタをフィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用し、
フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定する、ように更に構成されている、
請求項 1 5 に記載のデバイス。

20

【請求項 2 6】

前記フィルタ処理前の隣接サンプルの前記値は、前記デブロックフィルタ又は前記サンプル適応オフセットフィルタのうちの一方又は両方が隣接サンプルに適用される前の前記隣接サンプルの値を含む、請求項 1 5 に記載のデバイス。

【請求項 2 7】

前記 1 つ又は複数のプロセッサは、
前記最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを含むビデオデータのピクチャを出力する、ように更に構成されている、
請求項 1 5 に記載のデバイス。

【請求項 2 8】

前記デバイスは、ワイヤレス通信デバイスを備え、前記ビデオデータを受信するように構成された受信機を更に備える、請求項 1 5 に記載のデバイス。

30

【請求項 2 9】

前記ワイヤレス通信デバイスが電話ハンドセットを備え、前記受信機が、ワイヤレス通信規格に従って、前記ビデオデータを含む信号を復調するように構成されている、請求項 2 8 に記載のデバイス。

【請求項 3 0】

復号されたビデオデータを表示するように構成されたディスプレイ、を更に備える、請求項 1 5 に記載のデバイス。

【請求項 3 1】

前記デバイスが、カメラ、コンピュータ、モバイルデバイス、ブロードキャスト受信機デバイス、又はセットトップボックスのうちの 1 つ又は複数を備える、請求項 1 5 に記載のデバイス。

40

【請求項 3 2】

前記デバイスは、ビデオ符号化デバイスを備える、請求項 1 5 に記載のデバイス。

【請求項 3 3】

命令を記憶するコンピュータ可読記憶媒体であって、前記命令が、1 つ又は複数のプロセッサによって実行されたとき、前記 1 つ又は複数のプロセッサに、

ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定させ、

フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの 1 つ又は複数を、前記フィルタ処理前の再

50

構成されたブロックに適用させ、

最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ（ALF）を前記フィルタ処理された再構成されたブロックに適用させ、前記ALFを前記フィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために、前記命令は、前記1つ又は複数のプロセッサに、

前記フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定させ、

サンプル修正値を決定するために、フィルタを前記差分値に適用させ、

前記サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定させる、コンピュータ可読記憶媒体。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

【0001】 本出願は、2023年3月9日に出願された米国特許出願第18／181，359号及び2022年3月11日に出願された米国特許仮出願第63／269，207号の優先権を主張し、これらの出願の各々の内容全体は、参照により本明細書に組み込まれる。米国特許出願第18／181，359号はまた、米国特許仮出願第63／269，207号の利益も主張する。

【0002】

【0002】 本開示は、ビデオ符号化及びビデオ復号に関する。

20

【背景技術】

【0003】

【0003】 デジタルビデオ能力は、デジタルテレビジョン、デジタルダイレクトブロードキャストシステム、ワイヤレスブロードキャストシステム、携帯情報端末（personal digital assistants、PDAs）、ラップトップ又はデスクトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、電子ブックリーダー、デジタルカメラ、デジタル記録デバイス、デジタルメディアプレーヤ、ビデオゲーミングデバイス、ビデオゲームコンソール、セルラー又は衛星無線電話、いわゆる「スマートフォン」、ビデオ遠隔会議デバイス、ビデオストリーミングデバイスなどを含む、広範囲にわたるデバイスの中に組み込まれ得る。デジタルビデオデバイスは、MPEG-2、MPEG-4、ITU-T H.263、ITU-T H.264／MPEG-4、Part 10、アドバンスドビデオコーディング（Advanced Video Coding、AVC）、ITU-T H.265／高効率ビデオコーディング（High Efficiency Video Coding、HEVC）、ITU-T H.266／汎用ビデオコーディング（Versatile Video Coding、VVC）によって定義された規格、及びそのような規格の拡張、並びにAlliance for Open Mediaによって開発されたAOMedia Video1（AV1）などのプロプライエタリビデオコーデック／フォーマットに記載されているビデオコーディング技法など、ビデオコーディング技法を実装する。ビデオデバイスは、そのようなビデオコーディング技法を実装することによって、デジタルビデオ情報をより効率的に送信、受信、符号化、復号、及び／又は記憶する場合がある。

30

40

【0004】

【0004】 ビデオコーディング技法は、ビデオシーケンスに固有の冗長性を低減又は除去するために、空間（ピクチャ内）予測及び／又は時間（ピクチャ間）予測を含む。ブロックベースのビデオコーディングの場合、ビデオスライス（例えば、ビデオピクチャ又はビデオピクチャの一部）は、ビデオブロックに区分されてもよく、ビデオブロックは、コーディングツリーユニット（coding tree units、CTUs）、コーディングユニット（coding units、CUs）及び／又はコーディングノードと呼ばれることもある。ピクチャのイントラコーディングされた（I）スライス内のビデオブロックは、同じピクチャ内の隣接ブロック内の参照サンプルに対する空間予測を使用して符号化される。ピクチャのインターコーディングされた（P又はB）スライス内のビデオブロックは、同じピク

50

チャ内の隣接ブロック内の参照サンプルに対する空間予測又は他の参照ピクチャ内の参照サンプルに対する時間予測を使用し得る。ピクチャはフレームと呼ばれることがあり、参照ピクチャは参照フレームと呼ばれることがある。

【発明の概要】

【0005】

【0005】 本開示は、ビデオ符号化及び／又はビデオ復号プロセスにおいて再構成されたビデオデータをフィルタ処理することに関連する技法について説明し、より詳細には、本開示は、ALFに関係する技法について説明する。しかしながら、説明する技法は、潜在的に、他のフィルタ処理方式にも適用され得る。本開示の技法によれば、ALFは、現在のサンプルの値とフィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、デブロックフィルタ処理及びSAOフィルタ処理された再構成されたサンプルなどの現在のサンプル値を調整するように構成され得る。そのような差分を考慮することによって、本開示の技法によるALFは、復号されたビデオデータの品質を劣化させることなくコーディング効率を改善し得る。デブロックフィルタ処理は、復号されたビデオデータから高周波データを除去し、これは、ブロックングアーティファクトを除去することによって復号されたビデオデータの視覚的品質を改善し得る。しかしながら、そのような高周波データは、ALFの品質を改善することができる。したがって、本開示の技法は、デブロックフィルタ処理されたビデオデータを依然として出力しながら、ALFプロセスにおいて高周波数の事前にデブロックされたビデオデータを使用することによって、ビデオ品質を劣化させることなくコーディング効率を改善し得る。

10

20

【0006】

【0006】 本開示の一例によれば、ビデオデータを復号する方法は、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定することと、フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロックフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの1つ又は複数を、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用することと、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ (adaptive loop filter、ALF) をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用することと、を含み、ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用することは、フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定することと、サンプル修正値を決定するために、フィルタを差分値に適用することと、サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、を含む。

30

【0007】

【0007】 本開示の一例によれば、ビデオデータを復号するためのデバイスは、ビデオデータを記憶するように構成されたメモリと、回路に実装された1つ又は複数のプロセッサとを備え、1つ又は複数のプロセッサは、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定し、フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロックフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの1つ又は複数を、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用し、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ (ALF) をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用する、ように構成されており、ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために、1つ又は複数のプロセッサは、フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定し、サンプル修正値を決定するために、フィルタを差分値に適用し、サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定する、ように更に構成されている。

40

【0008】

【0008】 本開示の一実施例によれば、コンピュータ可読記憶媒体は命令を記憶し、命令が、1つ又は複数のプロセッサによって実行されたとき、1つ又は複数のプロセッサに、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定させ、フィルタ処理され

50

た再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの1つ又は複数を、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用させ、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ（ALF）をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用させ、ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために、命令は、1つ又は複数のプロセッサに、フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定させ、サンプル修正値を決定するために、フィルタを差分値に適用させ、サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定させる。

【0009】

10

【0009】 1つ又は複数の例の詳細が、添付の図面及び以下の説明に記載されている。他の特徴、目的、及び利点は、説明、図面、及び特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】【0010】 本開示の技法を実施し得る例示的なビデオ符号化及び復号システムを示すブロック図である。

【図2A】【0011】 本開示の技法に従って使用され得る例示的な適応ループフィルタ（ALF）の形状を示す概念図である。

【図2B】 本開示の技法に従って使用され得る例示的な適応ループフィルタ（ALF）の形状を示す概念図である。

20

【図3】【0012】 本開示の技法に従って使用され得る4×4サブブロックALF分類のための例示的なサブサンプリングされたラプラシアン値を示す概念図である。

【図4】【0013】 本開示の技法に従って使用され得るルーマサンプルのための例示的なラプラシアン値を示す概念図である。

【図5】【0014】 本開示の技法に従って使用され得るALFクラスマージングの例を示す概念図である。

【図6】【0015】 本開示の技法に従って使用され得る7×7ダイヤモンドフィルタ形状の例示的な幾何学的変換を示す概念図である。

【図7A】【0016】 本開示の技法に従って使用され得るALFにおける対称サンプルパディングの例を示す。

30

【図7B】 本開示の技法に従って使用され得るALFにおける対称サンプルパディングの例を示す。

【図7C】 本開示の技法に従って使用され得るALFにおける対称サンプルパディングの例を示す。

【図8】【0017】 本開示の技法に従って使用され得るALF 4×4サブブロック分類の一例を示す。

【図9】【0018】 複数の分類器を使用する例示的なALFフレームワークを示す。

【図10】【0019】 3つの分類器を有する例示的なALFフレームワークを示す。

【図11】【0020】 例示的なALFフレームワークを示す。

40

【図12】【0021】 本開示の技法による例示的なALFフレームワークを示す。

【図13】 本開示の技法による例示的なALFフレームワークを示す。

【図14】 本開示の技法による例示的なALFフレームワークを示す。

【図15A】【0022】 デブロッキングフィルタ処理（deblocking filtering、DBF）前及び／又はサンプル適応オフセット（sample adaptive offset、SAO）前のサンプルに使用され得るフィルタタップの例を示す。

【図15B】 デブロッキングフィルタ処理（DBF）前及び／又はサンプル適応オフセット（SAO）前のサンプルに使用され得るフィルタタップの例を示す。

【図15C】 デブロッキングフィルタ処理（DBF）前及び／又はサンプル適応オフセット（SAO）前のサンプルに使用され得るフィルタタップの例を示す。

50

【図 1 5 D】デブロッキングフィルタ処理 (D B F) 前及び／又はサンプル適応オフセット (S A O) 前のサンプルに使用され得るフィルタタップの例を示す。

【図 1 5 E】デブロッキングフィルタ処理 (D B F) 前及び／又はサンプル適応オフセット (S A O) 前のサンプルに使用され得るフィルタタップの例を示す。

【図 1 5 F】デブロッキングフィルタ処理 (D B F) 前及び／又はサンプル適応オフセット (S A O) 前のサンプルに使用され得るフィルタタップの例を示す。

【図 1 5 G】デブロッキングフィルタ処理 (D B F) 前及び／又はサンプル適応オフセット (S A O) 前のサンプルに使用され得るフィルタタップの例を示す。

【図 1 5 H】デブロッキングフィルタ処理 (D B F) 前及び／又はサンプル適応オフセット (S A O) 前のサンプルに使用され得るフィルタタップの例を示す。

【図 1 6 A】[0023] 中心対称である係数を有する、D B F 前及び／又は S A O 前のサンプルに使用され得るフィルタの例を示す。

【図 1 6 B】中心対称である係数を有する、D B F 前及び／又は S A O 前のサンプルに使用され得るフィルタの例を示す。

【図 1 6 C】中心対称である係数を有する、D B F 前及び／又は S A O 前のサンプルに使用され得るフィルタの例を示す。

【図 1 6 D】中心対称である係数を有する、D B F 前及び／又は S A O 前のサンプルに使用され得るフィルタの例を示す。

【図 1 6 E】中心対称である係数を有する、D B F 前及び／又は S A O 前のサンプルに使用され得るフィルタの例を示す。

【図 1 6 F】中心対称である係数を有する、D B F 前及び／又は S A O 前のサンプルに使用され得るフィルタの例を示す。

【図 1 6 G】中心対称である係数を有する、D B F 前及び／又は S A O 前のサンプルに使用され得るフィルタの例を示す。

【図 1 6 H】中心対称である係数を有する、D B F 前及び／又は S A O 前のサンプルに使用され得るフィルタの例を示す。

【図 1 6 I】中心対称である係数を有する、D B F 前及び／又は S A O 前のサンプルに使用され得るフィルタの例を示す。

【図 1 7】[0024] 本開示の技法を実施し得る例示的なビデオエンコーダを示すブロック図である。

【図 1 8】[0025] 本開示の技法を実施し得る例示的なビデオデコーダを示すブロック図である。

【図 1 9】[0026] 本開示の技法を実施するための例示的なフィルタを示すブロック図である。

【図 2 0】[0027] 本開示の技法による、現在ブロックを符号化するための例示的なプロセスを示すフローチャートである。

【図 2 1】[0028] 本開示の技法による、現在ブロックを復号するための例示的なプロセスを示すフローチャートである。

【図 2 2】[0029] 本開示の技法による、ビデオデータの現在ブロックを復号するための例示的なプロセスを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

【0030】ビデオコーディング（例えば、ビデオ符号化及び／又はビデオ復号）は、通常、同じピクチャの中のビデオデータのすでにコーディングされたブロック（すなわち、イントラ予測）又は異なるピクチャの中のビデオデータのすでにコーディングされたブロック（すなわち、インター予測）のいずれかから、ビデオデータのブロックを予測することを伴う。いくつかの事例では、ビデオエンコーダはまた、予測ブロックを元のブロックと比較することによって残差データを計算する。したがって、残差データは、予測ブロックと元のブロックとの間の差分を表す。ビデオエンコーダは、残差データを変換及び量子化し、変換及び量子化された残差データを符号化ビットストリーム中でシグナリングする

10

20

30

40

50

。ビデオデコーダは、残差データを予測ブロックに加算して、予測ブロック単独よりも密接に元のビデオブロックと一致する再構成ビデオブロックを生成する。復号されたビデオの品質を更に改善するために、ビデオデコーダは、再構成されたビデオブロックに対して1つ又は複数のフィルタ処理演算を実施することができる。これらのフィルタ処理演算の例としては、デブロックフィルタ処理、サンプル適応オフセット（SAO）フィルタ処理、及び適応ループフィルタ処理（ALF）が挙げられる。これらのフィルタ処理演算のためのパラメータは、ビデオエンコーダによって決定され符号化ビデオビットストリーム中で明示的にシグナリングされ得るか、又はパラメータが符号化ビデオビットストリーム中で明示的にシグナリングされる必要なくビデオデコーダによって暗黙的に決定され得るかのいずれかである。

10

【0012】

【0031】 本開示は、ビデオ符号化及び／又はビデオ復号プロセスにおいて再構成されたビデオデータをフィルタ処理することに関連する技法について説明し、より詳細には、本開示は、ALFに関係する技法について説明する。しかしながら、説明する技法は、潜在的に、他のフィルタ処理方式にも適用され得る。本開示の技法によれば、ALFは、現在のサンプルの値とフィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、デブロックフィルタ処理及びSAOフィルタ処理された再構成されたサンプルなどの現在のサンプル値を調整するように構成され得る。そのような差分を考慮することによって、本開示の技法によるALFは、復号されたビデオデータの品質を劣化させることなくコーディング効率を改善し得る。デブロックフィルタ処理は、復号されたビデオデータから高周波データを除去し、これは、ブロックングアーティファクトを除去することによって復号されたビデオデータの視覚的品質を改善し得る。しかしながら、そのような高周波データは、ALFの品質を改善することができる。したがって、本開示の技法は、デブロックフィルタ処理されたビデオデータを依然として出力しながら、ALFプロセスにおいて高周波数の事前にデブロックされたビデオデータを使用することによって、ビデオ品質を劣化させることなくコーディング効率を改善し得る。

20

【0013】

【0032】 図1は、本開示の技法を実施し得る例示的なビデオ符号化及び復号システム100を示すブロック図である。本開示の技法は、概して、ビデオデータをコーディング（符号化及び／又は復号）することを対象とする。概して、ビデオデータは、ビデオを処理するために任意のデータを含む。したがって、ビデオデータは、未加工の符号化されていないビデオ、符号化されたビデオ、復号された（例えば、再構成された）ビデオ、及びシグナリングデータなどのビデオメタデータを含んでもよい。

30

【0014】

【0033】 図1に示すように、この例では、システム100は、宛先デバイス116によって復号され表示されるべき、符号化ビデオデータを提供するソースデバイス102を含む。具体的には、ソースデバイス102は、コンピュータ可読媒体110を介して宛先デバイス116にビデオデータを提供する。ソースデバイス102及び宛先デバイス116は、デスクトップコンピュータ、ノートブック（すなわち、ラップトップ）コンピュータ、モバイルデバイス、タブレットコンピュータ、セットトップボックス、スマートフォンなどの電話ハンドセット、テレビジョン、カメラ、表示デバイス、デジタルメディアプレーヤ、ビデオゲーミングコンソール、ビデオストリーミングデバイス、ブロードキャスト受信機デバイスなどを含む、広範囲にわたるデバイスのいずれかを含んでよい。場合によっては、ソースデバイス102及び宛先デバイス116は、ワイヤレス通信に対応し得るので、ワイヤレス通信デバイスと呼ばれ得る。

40

【0015】

【0034】 図1の例では、ソースデバイス102は、ビデオソース104、メモリ106、ビデオエンコーダ200、及び出力インターフェース108を含む。宛先デバイス116は、入力インターフェース122、ビデオデコーダ300、メモリ120、及び表示デバイス118を含む。本開示によれば、ソースデバイス102のビデオエンコーダ200

50

0 及び宛先デバイス 1 1 6 のビデオデコーダ 3 0 0 は、本明細書で説明するフィルタ処理技法を適用するように構成され得る。したがって、ソースデバイス 1 0 2 はビデオ符号化デバイスの一例を表し、一方で宛先デバイス 1 1 6 はビデオ復号デバイスの一例を表す。他の例では、ソースデバイス及び宛先デバイスは、他の構成要素又は構成を含み得る。例えば、ソースデバイス 1 0 2 は、外部カメラなどの外部ビデオソースからビデオデータを受信してもよい。同様に、宛先デバイス 1 1 6 は、一体型表示デバイスを含むのではなく、外部表示デバイスとインターフェースしてもよい。

【0 0 1 6】

【0035】 図 1 に示すようなシステム 1 0 0 は一例にすぎない。一般に、任意のデジタルビデオ符号化及び／又は復号デバイスは、本明細書で説明するフィルタ処理のための技法を実施し得る。ソースデバイス 1 0 2 及び宛先デバイス 1 1 6 は、ソースデバイス 1 0 2 が宛先デバイス 1 1 6 に送信するコード化ビデオデータを生成するような、コーディングデバイスの例にすぎない。本開示は、データのコーディング（符号化及び／又は復号）を実施するデバイスを「コーディング」デバイスと呼ぶ。したがって、ビデオエンコーダ 2 0 0 及びビデオデコーダ 3 0 0 は、コーディングデバイス、具体的には、それぞれビデオエンコーダ及びビデオデコーダの例を表す。いくつかの例では、ソースデバイス 1 0 2 及び宛先デバイス 1 1 6 は、ソースデバイス 1 0 2 及び宛先デバイス 1 1 6 の各々がビデオ符号化及び復号構成要素を含むように、実質的に対称的な方式で動作し得る。したがって、システム 1 0 0 は、例えば、ビデオストリーミング、ビデオ再生、ビデオブロードキャスト、又はビデオ電話のために、ソースデバイス 1 0 2 と宛先デバイス 1 1 6 との間での一方向又は両方向のビデオ送信をサポートし得る。

【0 0 1 7】

【0036】 概して、ビデオソース 1 0 4 は、ビデオデータのソース（すなわち、未加工の符号化されていないビデオデータ）を表し、ビデオデータの連続した一連のピクチャ（「フレーム」とも呼ばれる）をビデオエンコーダ 2 0 0 に提供し、ビデオエンコーダ 2 0 0 は、ピクチャのデータを符号化する。ソースデバイス 1 0 2 のビデオソース 1 0 4 は、ビデオカメラなどのビデオキャプチャデバイス、以前にキャプチャされた未加工のビデオを含むビデオアーカイブ、及び／又はビデオコンテンツプロバイダからビデオを受信するビデオフィールドインターフェースを含み得る。更なる代替として、ビデオソース 1 0 4 は、ソースビデオとしてのコンピュータグラフィックススペースのデータ、又はライブビデオ、アーカイブされたビデオ、及びコンピュータ生成されたビデオの組み合わせを生成し得る。各場合において、ビデオエンコーダ 2 0 0 は、キャプチャされたビデオデータ、事前にキャプチャされたビデオデータ、又はコンピュータ生成されたビデオデータを符号化する。ビデオエンコーダ 2 0 0 は、受信された順序（「表示順序」と呼ばれることがある）からコーディング用のコーディング順序へとピクチャを並べ替え得る。ビデオエンコーダ 2 0 0 は、符号化ビデオデータを含むビットストリームを生成し得る。ソースデバイス 1 0 2 は次いで、例えば、宛先デバイス 1 1 6 の入力インターフェース 1 2 2 によって受信する及び／又は取り出すために、出力インターフェース 1 0 8 を介してコンピュータ可読媒体 1 1 0 へと、符号化ビデオデータを出力し得る。

【0 0 1 8】

【0037】 ソースデバイス 1 0 2 のメモリ 1 0 6 及び宛先デバイス 1 1 6 のメモリ 1 2 0 は、汎用メモリを表す。いくつかの例では、メモリ 1 0 6、1 2 0 は、未加工のビデオデータ、例えば、ビデオソース 1 0 4 からの未加工のビデオと、ビデオデコーダ 3 0 0 からの未加工の復号されたビデオデータと、を記憶し得る。追加又は代替として、メモリ 1 0 6、1 2 0 は、例えば、ビデオエンコーダ 2 0 0 及びビデオデコーダ 3 0 0 によってそれぞれ実行可能なソフトウェア命令を記憶し得る。メモリ 1 0 6 及びメモリ 1 2 0 は、この例ではビデオエンコーダ 2 0 0 及びビデオデコーダ 3 0 0 とは別個に示されるが、ビデオエンコーダ 2 0 0 及びビデオデコーダ 3 0 0 はまた、機能的に類似の又は等価な目的のために内部メモリを含み得ることを理解されたい。更に、メモリ 1 0 6、1 2 0 は、例えば、ビデオエンコーダ 2 0 0 から出力されビデオデコーダ 3 0 0 に入力される符号化ビデ

オデータを記憶し得る。いくつかの例では、メモリ 106、120 の部分は、例えば、未加工の復号ビデオデータ及び／又は符号化ビデオデータを記憶するために、1つ又は複数のビデオバッファとして割り振られ得る。

【0019】

【0038】 コンピュータ可読媒体 110 は、ソースデバイス 102 から宛先デバイス 116 に符号化ビデオデータを転送することが可能な任意のタイプの媒体又はデバイスを表し得る。一例では、コンピュータ可読媒体 110 は、ソースデバイス 102 が、例えば、無線周波数ネットワーク又はコンピュータベースのネットワークを介して、符号化ビデオデータを宛先デバイス 116 にリアルタイムで直接送信することを可能にする通信媒体を表す。出力インターフェース 108 は、符号化ビデオデータを含む送信信号を変調してもよく、入力インターフェース 122 は、ワイヤレス通信プロトコルなどの通信規格に従って、受信された送信信号を復調してもよい。通信媒体は、無線周波数 (radio frequency、RF) スペクトル又は 1つ又は複数の物理伝送線路などの、任意のワイヤレス又はワイヤードの通信媒体を含んでもよい。通信媒体は、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、又はインターネットなどのグローバルネットワークなど、パケットベースネットワークの一部を形成してもよい。通信媒体は、ルータ、スイッチ、基地局、又はソースデバイス 102 から宛先デバイス 116 への通信を促進するために有用であり得る任意の他の機器を含み得る。

【0020】

【0039】 いくつかの例では、ソースデバイス 102 は、出力インターフェース 108 から記憶デバイス 112 に符号化データを出力し得る。同様に、宛先デバイス 116 は、入力インターフェース 122 を介して、記憶デバイス 112 からの符号化データにアクセスし得る。記憶デバイス 112 は、ハードドライブ、ブルーレイディスク、DVD、CD-ROM、フラッシュメモリ、揮発性若しくは不揮発性メモリ、又は符号化ビデオデータを記憶する任意の他の好適なデジタル記憶媒体などの、様々な分散されたデータ記憶媒体又はローカルでアクセスされるデータ記憶媒体のいずれかを含み得る。

【0021】

【0040】 いくつかの例では、ソースデバイス 102 は、符号化ビデオデータを、ソースデバイス 102 によって生成された符号化ビデオデータを記憶し得るファイルサーバ 114 又は別の中間記憶デバイスに出力し得る。宛先デバイス 116 は、ストリーミング又はダウンロードを介して、ファイルサーバ 114 からの記憶されたビデオデータにアクセスし得る。

【0022】

【0041】 ファイルサーバ 114 は、符号化ビデオデータを記憶し、その符号化ビデオデータを宛先デバイス 116 に送信することが可能な任意のタイプのサーバデバイスであり得る。ファイルサーバ 114 は、(例えば、ウェブサイト用の) ウェブサーバ、(ファイル転送プロトコル (File Transfer Protocol、FTP) 又は片方向伝送路上ファイル配信 (File Delivery over Unidirectional Transport、FLUTE) プロトコルなどの) ファイル転送プロトコルサービスを提供するように構成されたサーバ、コンテンツ配信ネットワーク (content delivery network、CDN) デバイス、ハイパーテキスト転送プロトコル (hypertext transfer protocol、HTTP) サーバ、マルチメディアブロードキャストマルチキャストサービス (Multimedia Broadcast Multicast Service、MBMS) 若しくは拡張 MBMS (Enhanced MBMS、eMBMS) サーバ、及び／又はネットワークアタッチトストレージ (network attached storage、NAS) デバイスを表し得る。ファイルサーバ 114 は、追加又は代替として、HTTP 経由動的適応ストリーミング (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP、DASH)、HTTP ライブストリーミング (HTTP Live Streaming、HLS)、リアルタイムストリーミングプロトコル (Real Time Streaming Protocol、RTSP)、HTTP 動的ストリーミングなどの 1つ又は複数の HTTP ストリーミングプロトコルを実装し得る。

【0023】

【0042】宛先デバイス116は、インターネット接続を含む任意の標準的なデータ接続を通じて、ファイルサーバ114からの符号化ビデオデータにアクセスし得る。これは、ワイヤレスチャネル（例えば、Wi-Fi接続）、ワイヤード接続（例えば、デジタル加入者線（digital subscriber line、DSL）、ケーブルモデムなど）、又はファイルサーバ114上に記憶されている符号化ビデオデータにアクセスするのに適した両方の組み合わせを含み得る。入力インターフェース122は、ファイルサーバ114からメディアデータを取り出すか若しくは受信する、上述の様々なプロトコル、又はメディアデータを取り出す他のそのようなプロトコルのいずれか1つ又は複数に従って動作するように構成され得る。

10

【0024】

【0043】出力インターフェース108及び入力インターフェース122は、ワイヤレス送信機／受信機、モデム、ワイヤードネットワーク構成要素（例えば、Ethernetカード）、様々なIEEE802.11規格のいずれかに従って動作するワイヤレス通信構成要素、又は他の物理構成要素を表し得る。出力インターフェース108及び入力インターフェース122がワイヤレス構成要素を含む例では、出力インターフェース108及び入力インターフェース122は、4G、4G-LTE（ロングタームエボリューション）、LTEアドバンスド、5Gなどのセルラー通信規格に従って、符号化ビデオデータなどのデータを転送するように構成され得る。出力インターフェース108がワイヤレス送信機を含むいくつかの例では、出力インターフェース108及び入力インターフェース122は、IEEE802.11仕様、IEEE802.15仕様（例えば、ZigBee（商標））、Bluetooth（商標）規格などの他のワイヤレス規格に従って、符号化ビデオデータなどのデータを転送するように構成され得る。いくつかの例では、ソースデバイス102及び／又は宛先デバイス116は、それぞれのシステムオンチップ（system-on-a-chip、SoC）デバイスを含み得る。例えば、ソースデバイス102は、ビデオエンコーダ200及び／又は出力インターフェース108に起因する機能を実施するSoCデバイスを含んでもよく、宛先デバイス116は、ビデオデコーダ300及び／又は入力インターフェース122に起因する機能を実施するSoCデバイスを含んでもよい。

20

【0025】

【0044】本開示の技法は、オーバージエアテレビジョンブロードキャスト、ケーブルテレビジョン送信、衛星テレビジョン送信、HTTP経由動的適応ストリーミング（DASH）などのインターネットストリーミングビデオ送信、データ記憶媒体上に符号化されたデジタルビデオ、データ記憶媒体上に記憶されたデジタルビデオの復号、又は他の適用例など、様々なマルチメディア適用例のいずれかをサポートするビデオコーディングに適用されてもよい。

30

【0026】

【0045】宛先デバイス116の入力インターフェース122は、コンピュータ可読媒体110（例えば、通信媒体、記憶デバイス112、ファイルサーバ114など）から、符号化ビデオビットストリームを受信する。符号化ビデオビットストリームは、ビデオブロック又は他のコード化ユニット（例えば、スライス、ピクチャ、ピクチャグループ、シーケンスなど）の特性及び／又は処理を記述する値を有するシンタックス要素などの、ビデオデコーダ300によっても使用される、ビデオエンコーダ200によって定義されるシグナリング情報を含んでもよい。表示デバイス118は、復号されたビデオデータの復号ピクチャをユーザに表示する。表示デバイス118は、液晶ディスプレイ（liquid crystal display、LCD）、プラズマディスプレイ、有機発光ダイオード（organic light emitting diode、OLED）ディスプレイ、又は別のタイプの表示デバイスなど、様々な表示デバイスのいずれかを表し得る。

40

【0027】

【0046】図1には示されないが、いくつかの例では、ビデオエンコーダ200及びビ

50

デオデコーダ 300 は各々、オーディオエンコーダ及び／又はオーディオデコーダと統合されてもよく、共通のデータストリームにおいてオーディオとビデオの両方を含む多重化されたストリームを扱うために、適切な MUX-DEMUX ユニット、又は他のハードウェア及び／若しくはソフトウェアを含んでもよい。

【0028】

【0047】 ビデオエンコーダ 200 及びビデオデコーダ 300 は各々、1つ又は複数のマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ (digital signal processors、DSPs)、特定用途向け集積回路 (application specific integrated circuits、ASICs)、フィールドプログラマブルゲートアレイ (field programmable gate arrays、FPGAs)、ディスクリート論理、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、又はそれらの任意の組み合わせなど、様々な好適なエンコーダ及び／又はデコーダ回路のいずれかとして実装され得る。技法が部分的にソフトウェアで実装されるとき、デバイスは、好適な非一時的コンピュータ可読媒体内にソフトウェア用の命令を記憶し、本開示の技法を実施するために1つ又は複数のプロセッサを使用してハードウェアでその命令を実行し得る。ビデオエンコーダ 200 及びビデオデコーダ 300 の各々は、1つ又は複数のエンコーダ又はデコーダ内に含まれてもよく、それらのいずれもが、それぞれのデバイスにおいて複合エンコーダ／デコーダ (コーデック (CODEC)) の一部として統合されてもよい。ビデオエンコーダ 200 及び／又はビデオデコーダ 300 を含むデバイスは、集積回路、マイクロプロセッサ、及び／又はセルラー電話などのワイヤレス通信デバイスを含んでもよい。

【0029】

【0048】 ビデオエンコーダ 200 及びビデオデコーダ 300 は、高効率ビデオコーディング (HEVC) ととも呼ばれる ITU-T H. 265 などのビデオコーディング規格、又はマルチビュー及び／若しくはスケーラブルビデオコーディング拡張などのその拡張規格に従って動作し得る。代替として、ビデオエンコーダ 200 及びビデオデコーダ 300 は、汎用ビデオコーディング (VVC) ととも呼ばれる ITU-T H. 266 など、他のプロプライエタリ規格又は業界規格に従って動作し得る。他の例では、ビデオエンコーダ 200 及びビデオデコーダ 300 は、AOMedia Video 1 (AV1)、AV1 の拡張、及び／又は AV1 の後継バージョン (例えば、AV2) など、プロプライエタリビデオコーデック／フォーマットに従って動作し得る。他の例では、ビデオエンコーダ 200 及びビデオデコーダ 300 は、他のプロプライエタリフォーマット又は業界規格に従って動作し得る。しかしながら、本開示の技法は、いかなる特定のコーディング規格又はフォーマットにも限定されない。一般に、ビデオエンコーダ 200 及びビデオデコーダ 300 は、ループフィルタ処理を使用する任意のビデオコーディング技法とともに本開示の技法を実施するように構成することができる。

【0030】

【0049】 一般に、ビデオエンコーダ 200 及びビデオデコーダ 300 は、ピクチャのブロックベースのコーディングを実施してもよい。「ブロック」という用語は、概して、処理されるべき (例えば、符号化、復号、又はそうでなければ符号化及び／又は復号プロセスに使用されるべき) データを含む構造を指す。例えば、ブロックは、ルミナンス及び／又はクロミナンスデータのサンプルの 2 次元行列を含んでもよい。概して、ビデオエンコーダ 200 及びビデオデコーダ 300 は、YUV (例えば、Y、Cb、Cr) フォーマットで表されるビデオデータをコーディングし得る。すなわち、ピクチャのサンプルに対する赤、緑、及び青 (RGB) のデータをコーディングするのではなく、ビデオエンコーダ 200 及びビデオデコーダ 300 は、ルミナンス成分及びクロミナンス成分をコーディングしてもよく、クロミナンス成分は、赤色と青色の両方のクロミナンス成分を含み得る。いくつかの例では、ビデオエンコーダ 200 は、受信された RGB フォーマットデータを符号化する前に YUV 表現に変換し、ビデオデコーダ 300 は、YUV 表現を RGB フォーマットに変換する。代替として、前処理ユニット及び後処理ユニット (図示せず) が、これらの変換を実施してもよい。

【0031】

【0050】 本開示は、概して、ピクチャのデータを符号化又は復号するプロセスを含むものとして、ピクチャのコーディング（例えば、符号化及び復号）に言及することがある。同様に、本開示は、ブロック用のデータを符号化又は復号するプロセス、例えば、予測及び／又は残差コーディングを含むものとして、ピクチャのブロックのコーディングに言及することがある。符号化されたビデオビットストリームは、概して、コーディング決定（例えば、コーディングモード）及びブロックへのピクチャの区分を表すシンタックス要素の一連の値を含む。したがって、ピクチャ又はブロックをコーディングすることへの言及は、概して、ピクチャ又はブロックを形成するシンタックス要素のコーディング値として理解されるべきである。

10

【0032】

【0051】 H E V Cは、コーディングユニット（C U s）、予測ユニット（prediction units、P U s）、及び変換ユニット（transform units、T U s）を含む、様々なブロックを定義する。H E V Cによれば、（ビデオエンコーダ200などの）ビデオコーダは、四分木構造に従ってコーディングツリーユニット（C T U）をC Uに区分する。すなわち、ビデオコーダは、C T U及びC Uを4個の等しい重複しない正方形に区分し、四分木の各ノードは、0個又は4個のいずれかの子ノードを有する。子ノードがないノードは「リーフノード」と呼ばれることがあり、そのようなリーフノードのC Uは、1つ又は複数のP U及び／又は1つ又は複数のT Uを含んでもよい。ビデオコーダは、P U及びT Uを更に区分し得る。例えば、H E V Cでは、残差四分木（residual quadtree、R Q T）はT Uの区分を表す。H E V Cでは、P Uはインター予測データを表し、T Uは残差データを表す。イントラ予測されたC Uは、イントラモード指示などのイントラ予測情報を含む。

20

【0033】

【0052】 別の例として、ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、V V Cに従って動作するように構成され得る。V V Cによれば、（ビデオエンコーダ200などの）ビデオコーダは、ピクチャを複数のコーディングツリーユニット（C T U s）に区分する。ビデオエンコーダ200は、四分木二分木（quadtree-binary tree、Q T B T）構造又はマルチタイプツリー（Multi-Type Tree、M T T）構造などの木構造に従って、C T Uを区分し得る。Q T B T構造は、H E V CのC U、P U、及びT Uの間の分離などの、複数の区分タイプの概念を排除する。Q T B T構造は、2つのレベル、すなわち、四分木分割に従って区分された第1のレベル、及び二分木区分に従って区分された第2のレベルを含む。Q T B T構造のルートノードは、C T Uに対応する。二分木のリーフノードは、コーディングユニット（C U s）に対応する。

30

【0034】

【0053】 M T T区分構造では、ブロックは、四分木（quadtree、Q T）区分、二分木（binary tree、B T）区分、及び1つ又は複数のタイプの三分木（triple tree、T T）（三元木（ternary tree、T T）とも呼ばれる）区分を使用して区分され得る。三分木区分又は三元木区分は、ブロックが3個のサブブロックに分けられる区分である。いくつかの例では、三分木区分又は三元木区分は、中心を通過して元のブロックを分割することなく、ブロックを3個のサブブロックに分割する。M T Tにおける区分タイプ（例えば、Q T、B T、及びT T）は、対称又は非対称であり得る。

40

【0035】

【0054】 A V 1コーデックに従って動作するとき、ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、ブロック内のビデオデータをコーディングするように構成され得る。A V 1では、処理され得る最大コーディングブロックは、スーパーブロックと呼ばれる。A V 1では、スーパーブロックは、128×128のルーマサンプル又は64×64のルーマサンプルのいずれかであり得る。しかしながら、後継ビデオコーディングフォーマット（例えば、A V 2）では、スーパーブロックは、異なる（例えば、より大きい）ルーマサンプルサイズによって定義され得る。いくつかの例では、スーパーブロックは、プロ

50

ック4分木のトップレベルである。ビデオエンコーダ200は、スーパーブロックをより小さいコーディングブロックに更に区分し得る。ビデオエンコーダ200は、正方形又は非正方形区分化を使用してスーパーブロック及び他のコーディングブロックをより小さいブロックに区分し得る。非正方形ブロックは、 $N/2 \times N$ 、 $N \times N/2$ 、 $N/4 \times N$ 、及び $N \times N/4$ ブロックを含み得る。ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、コーディングブロックの各々に対して別個の予測及び変換プロセスを実施し得る。

【0036】

【0055】 AV1はまた、ビデオデータのタイルを定義する。タイルは、他のタイルとは無関係にコーディングされ得るスーパーブロックの長方形アレイである。すなわち、ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、他のタイルからのビデオデータを使用せずにタイル内のコーディングブロックを、それぞれ、符号化及び復号し得る。しかしながら、ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、タイル境界を越えてフィルタ処理を実施し得る。タイルは、サイズが均一であっても不均一であってもよい。タイルベースのコーディングは、エンコーダ及びデコーダ実装形態のために、並列処理及び/又はマルチスレッディングを可能にし得る。

【0037】

【0056】 いくつかの例では、ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、ルミナンス成分及びクロミナンス成分の各々を表すために単一のQTBT構造又はMTT構造を使用してもよく、他の例では、ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、ルミナンス成分の1つのQTBT/MTT構造及び両方のクロミナンス成分の別のQTBT/MTT構造（又はそれぞれのクロミナンス成分の2つのQTBT/MTT構造）などの、2つ以上のQTBT又はMTT構造を使用してもよい。

【0038】

【0057】 ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、四分木区分、QTBT区分、MTT区分、スーパーブロック区分、又は他の区分構造を使用するように構成され得る。

【0039】

【0058】 いくつかの例では、CTUは、ルーマサンプルのコーディングツリーブロック（CTB）、3つのサンプルアレイを有するピクチャのクロマサンプルの2つの対応するCTB、又はモノクロームピクチャ若しくはサンプルをコーディングするために使用される3つの別個の色平面及びシンタックス構造を使用してコーディングされたピクチャのサンプルのCTBを含む。CTBは、成分をCTBに分割するように区分するような、何らかのNの値に対するサンプルの $N \times N$ のブロックであってもよい。成分は、1つのアレイ又は4:2:0、4:2:2、若しくは4:4:4カラーフォーマットでピクチャを構成する3つのアレイ（ルーマ及び2つのクロマ）のうちの1つからの単一のサンプル、あるいはアレイ又はモノクロームフォーマットでピクチャを構成するアレイの単一のサンプルである。いくつかの例では、コーディングブロックは、CTBをコーディングブロックに分割するように区分するような、いくつかのM及びNの値に対するサンプルの $M \times N$ のブロックである。

【0040】

【0059】 ブロック（例えば、CTU又はCU）は、ピクチャ内で様々な方法で群化され得る。一例として、ブリックは、ピクチャ内の特定のタイル内のCTU行の長方形領域を指すことがある。タイルは、ピクチャ内の特定のタイル列及び特定のタイル行内のCTUの長方形領域であり得る。タイル列は、ピクチャの高さに等しい高さ及び（例えば、ピクチャパラメータセットの中などの）シンタックス要素によって指定される幅を有する、CTUの長方形領域を指す。タイル行は、（例えば、ピクチャパラメータセットの中などの）シンタックス要素によって指定される高さ及びピクチャの幅に等しい幅を有する、CTUの長方形領域を指す。

【0041】

【0060】 いくつかの例では、タイルは複数のブリックに区分されてもよく、ブリック

の各々はタイル内の1つ又は複数のCTU行を含み得る。複数のブリックに区分されないタイルも、ブリックと呼ばれることがある。しかしながら、タイルの真のサブセットであるブリックは、タイルと呼ばれないことがある。ピクチャ内のブリックは、スライスとしても並べられ得る。スライスは、単一のネットワークアブストラクションレイヤ（network abstraction layer、NAL）ユニット内に独占的に含まれ得る、ピクチャの整数個のブリックであってもよい。いくつかの例では、スライスは、いくつかの完全なタイル、又は1つのタイルの完全なブリックの連続シーケンスのみ、のいずれかを含む。

【0042】

【0061】 本開示は、垂直次元及び水平次元において（CU又は他のビデオブロックなどの）ブロックのサンプル次元を指すために、互換的に「 $N \times N$ 」及び「 N 掛ける N 」、例えば、 16×16 サンプル又は 16 掛ける 16 サンプルを使用してもよい。概して、 16×16 のCUは、垂直方向に 16 個のサンプル（ $y = 16$ ）及び水平方向に 16 個のサンプル（ $x = 16$ ）を有する。同様に、 $N \times N$ のCUは、概して、垂直方向に N 個のサンプル及び水平方向に N 個のサンプルを有し、 N は非負の整数値を表す。CU内のサンプルは、行及び列をなして並べられてもよい。その上、CUは、必ずしも水平方向において垂直方向における数と同じ数のサンプルを有する必要があるとは限らない。例えば、CUは $N \times M$ のサンプルを含んでもよく、 M は必ずしも N に等しいとは限らない。

10

【0043】

【0062】 ビデオエンコーダ200は、予測及び／又は残差情報、並びに他の情報を表すCUに関するビデオデータを符号化する。予測情報は、CUに対する予測ブロックを形成するためにCUがどのように予測されることになるのかを示す。残差情報は、概して、符号化する前のCUのサンプルと予測ブロックとの間のサンプルごとの差分を表す。

20

【0044】

【0063】 CUを予測するために、ビデオエンコーダ200は、概して、インター予測又はイントラ予測を通してCUに対する予測ブロックを形成してもよい。インター予測は、概して、前にコーディングされたピクチャのデータからCUを予測することを指し、イントラ予測は、概して、同じピクチャの前にコーディングされたデータからCUを予測することを指す。インター予測を実施するために、ビデオエンコーダ200は、1つ又は複数の動きベクトルを使用して予測ブロックを生成してもよい。ビデオエンコーダ200は、概して、例えば、CUと参照ブロックとの間の差分に関してCUと厳密に一致する参照ブロックを識別するために、動き検索を実施し得る。ビデオエンコーダ200は、参照ブロックが現在のCUと厳密に一致するかどうかを判定するために、差分絶対値和（sum of absolute difference、SAD）、差分二乗和（sum of squared differences、SSD）、平均絶対差（mean absolute difference、MAD）、平均二乗差（mean squared differences、MSD）、又は他のそのような差分計算を使用して差分メトリックを計算し得る。いくつかの例では、ビデオエンコーダ200は、単方向予測又は双方向予測を使用して現在のCUを予測し得る。

30

【0045】

【0064】 VVCのいくつかの例はまた、インター予測モードとみなされ得るアフィン動き補償モードを提供する。アフィン動き補償モードでは、ビデオエンコーダ200は、ズームイン若しくはズームアウト、回転、遠近移動、又は他の不規則な動きタイプなどの、非並進運動を表す2つ以上の動きベクトルを判定し得る。

40

【0046】

【0065】 イントラ予測を実施するために、ビデオエンコーダ200は、予測ブロックを生成するためにイントラ予測モードを選択してもよい。VVCのいくつかの例は、様々な方向モードを含む67個のイントラ予測モード、並びに平面モード及びDCモードを提供する。一般に、ビデオエンコーダ200は、現在ブロック（例えば、CUのブロック）に対する隣接サンプルを記述し、そこから現在ブロックのサンプルを予測する、イントラ予測モードを選択する。ビデオエンコーダ200がラスタ走査順序（左から右、上から下）でCTU及びCUをコーディングすると仮定すると、そのようなサンプルは、概して、

50

現在ブロックと同じピクチャにおいて、現在ブロックの上に、上にかつ左に、又は左にあり得る。

【0047】

【0066】 ビデオエンコーダ200は、現在ブロックに対する予測モードを表すデータを符号化する。例えば、インター予測モードの場合、ビデオエンコーダ200は、様々な利用可能なインター予測モードのうちのどれが使用されるのか、並びに対応するモードに対する動き情報を表すデータを符号化してもよい。単方向又は双方向インター予測の場合、例えば、ビデオエンコーダ200は、高度動きベクトル予測（advanced motion vector prediction、AMVP）モード又はマージモードを使用して動きベクトルを符号化してもよい。ビデオエンコーダ200は、アフィン動き補償モードの動きベクトルを符号化するために類似のモードを使用してもよい。

10

【0048】

【0067】 AV1は、ビデオデータのコーディングブロックを符号化及び復号する2つの一般的な技法を含む。2つの一般的な技法は、イントラ予測（例えば、イントラフレーム予測又は空間予測）及びインター予測（例えば、インターフレーム予測又は時間予測）である。AV1の関連で、イントラ予測モードを使用してビデオデータの現在フレームのブロックを予測するとき、ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、ビデオデータの他のフレームからのビデオデータを使用しない。たいていのイントラ予測モードでは、ビデオエンコーダ200は、現在ブロック内のサンプル値と、同じフレーム内の参照サンプルから生成される予測値との間の差分に基づいて、現在のフレームのブロックを符号化する。ビデオエンコーダ200は、イントラ予測モードに基づいて参照サンプルから生成される予測値を判定する。

20

【0049】

【0068】 ブロックのイントラ予測又はインター予測などの予測に続いて、ビデオエンコーダ200はブロックの残差データを計算してもよい。残差ブロックなどの残差データは、ブロックと、対応する予測モードを使用して形成されたそのブロックに対する予測ブロックとの間の、サンプルごとの差分を表す。ビデオエンコーダ200は、サンプル領域ではなく変換領域において変換データを生成するために、1つ又は複数の変換を残差ブロックに適用してもよい。例えば、ビデオエンコーダ200は、離散コサイン変換（discrete cosine transform、DCT）、整数変換、ウェーブレット変換、又は概念的に類似の変換を残差ビデオデータに適用してもよい。加えて、ビデオエンコーダ200は、モード依存非分離可能2次変換（mode-dependent non-separable secondary transform、MDNST）、信号依存変換、カルーネンレーベ変換（Karhunen-Loeve transform、KLT）などの2次変換を、最初の変換に続いて適用してもよい。ビデオエンコーダ200は、1つ又は複数の変換の適用に続いて、変換係数を生成する。

30

【0050】

【0069】 上述のように、変換係数を生成する任意の変換に続いて、ビデオエンコーダ200は、変換係数の量子化を実施してもよい。量子化は、概して、変換係数を表すために使用されるデータの量をできる限り低減するために変換係数が量子化され、更なる圧縮を行うプロセスを指す。量子化プロセスを実施することによって、ビデオエンコーダ200は、変換係数のうちのいくつか又は全てに関連付けられたビット深度を低減し得る。例えば、ビデオエンコーダ200は、量子化の間にnビット値をmビット値に切り捨ててもよく、nはmよりも大きい。いくつかの例では、量子化を実施するために、ビデオエンコーダ200は、量子化されるべき値のビットごとの右シフトを実施し得る。

40

【0051】

【0070】 量子化に続いて、ビデオエンコーダ200は、変換係数を走査してもよく、量子化された変換係数を含む2次元行列から1次元ベクトルを生成する。走査は、より高いエネルギー（したがって、より低い周波数）の変換係数をベクトルの前方に置き、より低いエネルギー（したがって、より高い周波数）の変換係数をベクトルの後方に置くように設計され得る。いくつかの例では、ビデオエンコーダ200は、シリアル化ベクトルを

50

生成し、次いで、ベクトルの量子化された変換係数をエントロピー符号化するために、量子化された変換係数を走査するために事前に定義された走査順序を使用し得る。他の例では、ビデオエンコーダ200は、適応走査を実施し得る。量子化された変換係数を走査して1次元ベクトルを形成した後、ビデオエンコーダ200は、例えば、コンテキスト適応型バイナリ算術コーディング（context-adaptive binary arithmetic coding、CABAC）に従って、1次元ベクトルをエントロピー符号化し得る。ビデオエンコーダ200はまた、ビデオデータを復号する際にビデオデコーダ300が使用する符号化ビデオデータに関連付けられているメタデータを記述するシンタックス要素に対する値をエントロピー符号化してもよい。

【0052】

【0071】 CABACを実施するために、ビデオエンコーダ200は、コンテキストモデル内のコンテキストを、送信されるべきシンボルに割り当ててもよい。コンテキストは、例えば、シンボルの隣接値が0値化されているか否かに関係し得る。確率決定は、シンボルに割り当てられたコンテキストに基づき得る。

【0053】

【0072】 ビデオエンコーダ200は、ビデオデコーダ300に対して、ブロックベースのシンタックスデータ、ピクチャベースのシンタックスデータ、及びシーケンスベースのシンタックスデータなどのシンタックスデータを、例えば、ピクチャヘッダ、ブロックヘッダ、スライスヘッダ、又は、シーケンスパラメータセット（sequence parameter set、SPS）、ピクチャパラメータセット（picture parameter set、PPS）、若しくはビデオパラメータセット（video parameter set、VPS）などの他のシンタックスデータ内で更に生成し得る。ビデオデコーダ300は、そのようなシンタックスデータを同様に復号して、対応するビデオデータをどのように復号すべきかを判定してもよい。

【0054】

【0073】 このようにして、ビデオエンコーダ200は、符号化ビデオデータ、例えば、ブロック（例えば、CU）へのピクチャの区分並びにブロックに対する予測情報及び／又は残差情報を記述するシンタックス要素を含む、ビットストリームを生成し得る。最終的に、ビデオデコーダ300は、ビットストリームを受信し、符号化ビデオデータを復号し得る。

【0055】

【0074】 概して、ビデオデコーダ300は、ビットストリームの符号化ビデオデータを復号するために、ビデオエンコーダ200によって実施されるプロセスに対する相反プロセスを実施する。例えば、ビデオデコーダ300は、ビデオエンコーダ200のCABAC符号化プロセスとは相反ではあるが実質的に類似の方式で、CABACを使用してビットストリームのシンタックス要素に対する値を復号してもよい。シンタックス要素は、CTUのCUを定義するために、CTUへのピクチャの区分、及びQTBT構造などの対応する区分構造に従った各CTUの区分についての区分情報を定義し得る。シンタックス要素は、ビデオデータのブロック（例えば、CU）に対する予測情報及び残差情報を更に定義し得る。

【0056】

【0075】 残差情報は、例えば、量子化変換係数によって表され得る。ビデオデコーダ300は、ブロックのための残差ブロックを再生するために、ブロックの量子化変換係数を逆量子化し逆変換し得る。ビデオデコーダ300は、ブロックに対する予測ブロックを形成するために、シグナリングされた予測モード（イントラ予測又はインター予測）及び関係する予測情報（例えば、インター予測の動き情報）を使用する。ビデオデコーダ300は次いで、元のブロックを再生するために、予測ブロックと残差ブロックとを（サンプルごとに）組み合わせることができる。ビデオデコーダ300は、ブロックの境界に沿った視覚アーチファクトを低減するためにデブロックングプロセスを実施するなどの追加の処理を実施してもよい。

10

20

30

40

50

【0057】

【0076】 本開示は、概して、シンタックス要素などの何らかの情報を「シグナリングすること」に言及することがある。「シグナリング」という用語は、概して、シンタックス要素に対する値、及び／又は符号化ビデオデータを復号するために使用される他のデータの通信を指すことがある。すなわち、ビデオエンコーダ200は、ビットストリーム内でシンタックス要素に対する値をシグナリングし得る。一般に、シグナリングは、ビットストリーム内で値を生成することを指す。上述のように、ソースデバイス102は、実質的にリアルタイムで、又は非リアルタイムで、ビットストリームを宛先デバイス116に転送してもよく、これは、例えば、宛先デバイス116によって後で取り出すためにシンタックス要素を記憶デバイス112に記憶するときにかかることがある。

10

【0058】

【0077】 H.266/VVC規格などのビデオコーディングでは、フィルタ処理されたサンプルと元のサンプルとの間の平均二乗誤差を最小限に抑えるためにALFが適用される。ALFは、H.266/VVCにおいて実装されるように、SAOフィルタ処理後のサンプルのみを利用する。すなわち、ALFのための入力サンプルは、例えば、SAOの出力サンプルであり得る。ALFの出力サンプルは、復号ピクチャバッファ(decode picture buffer、DPB)に記憶されるか、又は可視ピクチャとして出力され得る。共同探索モデル(joint exploration model、JEM)ソフトウェアにおいて採用されたALFのためのフィルタ形状は、5×5、7×7、及び9×9ダイヤモンド形状であった。フィルタ形状は、JEMにおいてピクチャレベルで選択されシグナリングされ得る。コーディング効率とフィルタ複雑さとの間のより良好なトレードオフを得るために、VVCでは、7×7ダイヤモンド形状及び5×5ダイヤモンド形状のみが、ルーマ成分及びクロマ成分についてそれぞれサポートされる。

20

【0059】

【0078】 図2Aは、7×7ダイヤモンド形状フィルタである例示的なフィルタ140を示す。図2Bは、5×5ダイヤモンド形状フィルタである例示的なフィルタ142を示す。フィルタ140及び142の各々において、整数係数 c_i は、7ビット分数精度で表される。 c_i の絶対値は、後に非0係数の符号ビットが続く、0次指数ゴロム符号を用いてコーディングされる。図2A及び図2Bでは、各正方形はルーマサンプル又はクロマサンプルに対応し、中央の正方形は現在のフィルタ処理されるべきサンプルに対応する。送信係数のオーバーヘッド及び乗算の数を低減するために、図2A及び図2Bのフィルタ形状は点対称である。更に、式(1)に示されるように、全てのフィルタ係数の和は、7ビット分数精度を有する1.0の固定小数点表現である128に等しく設定される。

30

【0060】

【数1】

$$2 \sum_{i=0}^{N-2} c_i + c_{N-1} = 128 \quad (1)$$

40

【0061】

【0079】 式(1)において、Nは、係数の数であり、Nは、7×7及び5×5フィルタ形状に対してそれぞれ13及び7に等しい。

【0062】

【0080】 VVCでは、非線形性がALFに導入される。隣接サンプル値と現在のフィルタ処理されるべきサンプル値との間の差分が大きすぎるときに、隣接サンプル値の影響を低減するために、単純なクリッピング関数が適用される。サンプルをフィルタ処理するために、ALFは以下のように実施され得る。

【0063】

【数2】

50

$$\tilde{R}(x, y) = R(x, y) + \left\lceil \sum_{i=0}^{N-2} c_i (f_{i,0} + f_{i,1}) + 64 \right\rceil \gg 7 \quad (2)$$

【0064】

式中、 $R(x, y)$ は、SAO後のサンプル値である。

【0065】

【0081】 非線形関数は、クリッピング関数を用いて以下のように定義される。

$$f_{i,j} = \min(b_i, \max(-b_i, R(x + x_{i,j}, y + y_{i,j}) - R(x, y))) \quad (3)$$

式中、 j は、0又は1に等しく、 $(x_{i,j}, y_{i,j})$ は、 i 番目の係数 c_i のフィルタタップ位置オフセットである。

【0066】

【0082】 VVCバージョン1では、式(4)に示されるように、係数 c_i のクリッピングパラメータ b_i は、クリッピングインデックス d_i によって決定される。 BD は内部ビット深度である。

【0067】

【数3】

$$b_i = \begin{cases} 2^{BD}, & d_i=0 \text{ のとき} \\ 2^{BD-1-2d_i}, & \text{その他} \end{cases} \quad (4)$$

【0068】

【0083】 フィルタの場合、シグナリングされる係数の数とシグナリングされるクリッピングインデックスの数の両方が $N-1$ である。各係数は、 $[-1.28, 1.27]$ の範囲に制限され、これは、7ビット分数精度を有する $[-1.0, 1.0]$ と等価である。各クリッピングインデックス d_i は、0、1、2、又は3であり得、2ビット固定長コードを使用することによってシグナリングされる。式(4)のように、クリッピング演算を単純化するために、クリッピングパラメータ b_i の値は、2の累乗のみに制限されてもよい。したがって、ビット単位の論理演算をクリッピング演算として適用することができる。

【0069】

【0084】 ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、サブブロックレベルのフィルタ適応を実施するように構成され得る。VVCバージョン1では、ALFは、JEM-7.0におけるALFと同じルーマ分類フレームワークに従う。コーディング効率と計算複雑さとの間のより良いトレードオフを得るために、分類のためのブロックサイズは、 2×2 サンプルから 4×4 サンプルに増加され得る。 4×4 ブロックのクラスインデックスを決定するために、 8×8 ルーマサンプルを有する周囲ウィンドウが、方向及びアクティビティ情報を導出するために採用される。この 8×8 ルーマサンプルウィンドウでは、図3に示されるように、1つおきのサンプルの4つの勾配値が最初に計算される。図3は、ALF分類のための 4×4 サブブロック150のサブサンプリングされたラプラシアン値を示す。ドットでマークされたサンプルの勾配値が計算される。他のサンプルの勾配値は0に設定される。

【0070】

【0085】 図4は、座標 (k, l) を有する各サンプルについての4つの勾配値を示す。ドットは、勾配が計算されているサンプルを表す。ブロック160は、水平勾配(H)を示し、ブロック162は、垂直勾配(V)を示す。ブロック164は、135度の勾配(D1)を示し、ブロック166は45度の勾配(D2)を示す。H、V、D1、及びD2は、以下のように導出される。

$$H_{k,l} = |2R(k, l) - R(k-1, l) - R(k+1, l)|$$

$$\begin{aligned} V_{k,l} &= |2R(k,l) - R(k,l-1) - R(k,l+1)| \\ D1_{k,l} &= |2R(k,l) - R(k-1,l-1) - R(k+1,l+1)| \\ D2_{k,l} &= |2R(k,l) - R(k-1,l+1) - R(k+1,l-1)| \quad (5) \end{aligned}$$

【0071】

【0086】 変数 i 及び j は、 4×4 ブロックの左上サンプルの座標を指し得る。計算された水平勾配 g_H 、垂直勾配 g_V 、135度の勾配 g_{D1} 、45度の勾配 g_{D2} の総和は、以下のように算出される。

【0072】

【数4】

$$\begin{aligned} g_H &= \sum_{k=i-2}^{i+5} \sum_{l=j-2}^{j+5} H_{k,l}, g_V = \sum_{k=i-2}^{i+5} \sum_{l=j-2}^{j+5} V_{k,l} \\ g_{D1} &= \sum_{k=i-2}^{i+5} \sum_{l=j-2}^{j+5} D1_{k,l}, g_{D2} = \sum_{k=i-2}^{i+5} \sum_{l=j-2}^{j+5} D2_{k,l} \end{aligned} \quad (6)$$

10

【0073】

【0087】 R_H, V によって表される水平勾配及び垂直勾配の最大値と最小値との比、 $R_{D1}, D2$ によって表される2つの対角勾配の最大値と最小値との比は、式(7)に示されるように計算される。

20

$$R_H, V = \max(g_H, g_V) / \min(g_H, g_V)$$

$$R_{D1}, D2 = \max(g_{D1}, g_{D2}) / \min(g_{D1}, g_{D2}) \quad (7)$$

【0074】

【0088】 次いで、 R_H, V 及び $R_{D1}, D2$ は、2つの閾値 $t_1 = 2$ 及び $t_2 = 4.5$ を用いて互いに比較され、方向性 D を導出する。

ステップ1: $R_H, V \leq t_1$ かつ $R_{D1}, D2 \leq t_1$ ならば、 D は0 (テクスチャ) に設定され、そうでない場合、ステップ2に続く。

ステップ2: $R_{D1}, D2 > R_H, V$ ならば、ステップ3に続き、そうでなければステップ4に続く。

30

ステップ3: $R_{D1}, D2 \leq t_2$ ならば、 D は1 (弱対角) に設定され、そうでない場合、 D は2 (強対角) に設定される。

ステップ4: $R_H, V \leq t_2$ ならば、 D は3 (弱水平/垂直) に設定され、そうでない場合、 D は4 (強水平/垂直) に設定される。

【0075】

【0089】 アクティビティ値 A は、以下のように計算される。

【0076】

【数5】

$$A = \left(\sum_{k=i-2}^{i+5} \sum_{l=j-2}^{j+5} (V_{k,l} + H_{k,l}) \right) \gg (BD - 2) \quad (8)$$

40

【0077】

【0090】 図5は、25個のルーマクラスを7個のマージされたクラス(0~6)にマージする例を示し、ここで、各正方形は、 D 及び

【0078】

【数6】

50

$$\hat{A}$$

【0079】

の値に基づくクラスを表す。5×5グリッド170は、25個のクラスを表し、5×5グリッド170の各ボックス内の数字は、0から6までのマージされたクラスを表す。各クラス、すなわち5×5グリッド170内の各正方形は、両端値を含む0～24のインデックスを有することができる。Aは、両端値を含む0～4の範囲にマッピングされ、量子化された値は

【0080】

【数7】

10

$$\hat{A}$$

【0081】

と示される。したがって、各4×4ブロックは、以下のように25個のクラスのうちの1つに分類される。

【0082】

【数8】

$$C = 5D + \hat{A} \quad (9)$$

20

【0083】

【0091】 ルーマフィルタセットは、25個のフィルタを含む。しかしながら、コーディング効率を維持しながらフィルタ係数を表すのに必要なビット数を低減するために、異なるクラスをマージすることができ、マージされたクラスは同じフィルタを使用する。マージングテーブルがシグナリングされる。マージングテーブルでは、各クラスのフィルタインデックスが、例えば、固定長コードを使用してシグナリングされる。図5の例示的なフィルタセットでは、7個のルーマフィルタがシグナリングされる。クラスごとに、フィルタインデックス（この例では0～6）がALF__APSでシグナリングされる。

30

【0084】

【0092】 4×4ブロックのクラスインデックスC及びマージングテーブルに基づいて、ルーマフィルタセットからフィルタを決定した後、4×4ブロックのサンプルをフィルタ処理する前に、表1に示されているように、4×4ブロックについて計算された勾配値に応じて、幾何学的変換がフィルタに適用され得る。

【0085】

【表1】

表2 勾配値に基づく幾何学的変換

勾配値	変換
$g_{D2} < g_{D1}$ かつ $g_H < g_V$	無変換
$g_{D2} < g_{D1}$ かつ $g_V \leq g_H$	対角反転
$g_{D1} \leq g_{D2}$ かつ $g_H < g_V$	垂直反転
$g_{D1} \leq g_{D2}$ かつ $g_V \leq g_H$	右回転

40

【0086】

【0093】図6は、図2Aのフィルタ140の幾何学的変換の例を示す。図6から分かるように、フィルタ180は、フィルタ140の対角反転に対応する。フィルタ182はフィルタ140の垂直反転に対応し、フィルタ184はフィルタ140の右回転に対応する。

【0087】

50

【0094】 ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、コーディングツリーブロックレベルの適応を実施するように構成され得る。JEM-7.0では、1個のルーマフィルタセットのみがスライスの全てのルーマCTBに適用され、1個のクロマフィルタのみがスライスの全てのクロマCTBに適用される。しかしながら、2つの潜在的な欠点がある。第1に、CTB間の統計情報がある量だけ異なるとき、色成分の全てのCTBに対して同じフィルタ又はフィルタセットを使用することは、特に高解像度シーケンス及び混合コンテンツビデオシーケンスに対して、ALFのコーディング効率を制限し得る。第2に、スライスに対するフィルタを導出するとき、スライス全体の統計情報が収集されるまで、フィルタを計算することができない。このマルチパスコーディングは、低遅延用途には適していない。この問題に対処するために、1つの解決策は、以前のコーディングされたスライスからの統計を使用することである。しかしながら、これは、いくらかの性能損失をもたらし得る。

10

【0088】

【0095】 ルーマ4×4ブロックレベルフィルタ適応に加えて、VVCは、CTBレベルフィルタ適応をサポートする。スライスにおいて、異なるルーマCTBは、異なるルーマフィルタセットを使用することを許可され、異なるクロマCTBは、異なるクロマフィルタを使用することが可能である。同様の統計値を有するCTBは、同じフィルタを使用し得る。このCTBレベルフィルタ適応は、特に低遅延アプリケーションに対してコーディング効率を改善する。更に、VVCバージョン1は、以前にコーディングされたピクチャからのフィルタがCTBのために使用されることを可能にする。この時間フィルタ再使用機構は、フィルタ係数シグナリングのオーバーヘッドを低減することができる。VVCバージョン1では、最大7個のシグナリングされたルーマフィルタセット及び8個のシグナリングされたクロマフィルタがスライスに適用され得る。シグナリングされるフィルタが存在しないとき、16個の固定フィルタセットのうちの1つがルーマCTBに適用され得る。ALFが有効にされるとき、固定フィルタセット又はシグナリングされたルーマフィルタセットのいずれかのフィルタセットインデックスが、ルーマCTBについてシグナリングされる。シグナリングされるクロマフィルタのフィルタインデックスは、クロマCTBについてシグナリングされる。以前にコーディングされたピクチャからシグナリングされたフィルタと固定フィルタとを使用することによって、低遅延アプリケーションにおいて現在のCTUを符号化するとき、3つのCTUレベルオン／オフフラグ及びフィルタ／フィルタセットインデックスは、現在のCTUの統計情報のみを使用することによって決定され得る。したがって、各CTUの符号化ビットストリームは、オンザフライで、ピクチャ全体の統計が利用可能になるのを待つことなく生成することができる。

20

30

【0089】

【0096】 ビデオエンコーダ200とビデオデコーダ300とは、ラインバッファ低減のための技法を実施するように構成され得る。図2A及び図2Bに示されるように、垂直方向において、フィルタ形状は、ルーマ成分及びクロマ成分に対してそれぞれ7個のタップ及び5個のタップを有する。結果として、VVCテストモデル2.0（VTM-2.0）では、CTUの行を復号するとき、デブロッキングフィルタ及びSAOフィルタの遅延に起因して、上側CTU行の7つのルーマライン及び4つのクロマラインが、ALFのためのラインバッファに記憶されなければならない。しかしながら、追加のラインバッファは、特に高精細度（high-definition、HD）及び超高精細度（ultra-high-definition、UHD）ビデオシーケンスに対して、大きなチップ領域を必要とする。

40

【0090】

【0097】 （例えば、ラインバッファ要件を低減することによって）ALFをハードウェアに適したものにするために、仮想境界（virtual boundary、VB）の概念が、ALFのための全てのラインバッファオーバーヘッドを除去するために適用され得る。VVCバージョン1におけるデブロッキングフィルタ及びSAOフィルタを考慮すると、VBの位置は、水平CTU境界の上の4つのルーマサンプル及び2つのクロマサンプルである。VBの一方の側の1つのサンプルがフィルタ処理されるとき、VBの他方の側のサンプ

50

ルは利用されることができず、対称サンプルパディングを伴う修正されたフィルタ処理が適用され得る。

【0091】

【0098】 図7A～図7Cは、ALF VBにおけるルーマALFフィルタ処理のための対称サンプルパディングの例を示す。図7A～図7Cの例では、フィルタ190の中心正方形は、現在のフィルタ処理されるべきサンプルの位置であり、太線はVB（VB192）の位置である。図7A～図7Cでは、破線のフィルタタップ位置がパディングされている。図7Aは、フィルタ190の1つのフィルタタップ位置がVB192の上又は下にある例を示す。この例では、1つのフィルタタップ位置がパディングされる。図7Bは、フィルタ190の4つのフィルタタップ位置がVB192の上又は下にある例を示す。この例では、4つのフィルタタップ位置がパディングされる。

10

【0092】

【0099】 しかしながら、図7Cに示されるように、サンプルがVB192の各側の最も近い行にあるとき、2Dフィルタは水平フィルタと等価である。これは、視覚アーチファクトを導入し得る。この問題に対処するために、式(10)に示されるように、現在のフィルタ処理されるべきサンプルがVBの各側の最も近い行に位置するとき、フィルタ強度が補償され得る。式(10)を式(2)と比較すると、更に3ビット右にシフトされていることが分かる。

【0093】

【数9】

20

$$\tilde{R}(x, y) = R(x, y) + \left[\sum_{i=0}^{N-2} c_i (f_{i,0} + f_{i,1}) + 512 \right] \gg 10 \quad (10)$$

【0094】

【0100】 VB処理が適用されるとき、4×4ブロックの分類も修正され得る。VBの一方の側の4×4ブロックのクラスインデックスを計算するとき、図8に示されるように、VBの他方の側の勾配及びサンプルは使用されないことがある。

【0095】

30

【0101】 図8は、ALF VBにおけるALF 4×4サブブロック分類の例を示す。VBに隣接するサンプルの勾配値を計算するとき、VBの他方の側のサンプルは利用され得ない。したがって、図8に示されるように、現在の側の境界サンプルが反復的に拡張される。すなわち、VBの現在の側の境界サンプルは、VBの他方の側にミラーリングされる。利用可能な勾配値の数が減少するにつれて、式(8)におけるアクティビティ導出は以下のように再スケーリングされる。

【0096】

【数10】

$$A = \left(\sum_{k=i-2}^{i+5} \sum_{l=j-2}^{j+5} (V_{k,l} + H_{k,l}) * 3 \right) \gg (BD - 1) \quad (11)$$

40

【0097】

【0102】 ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、フィルタ係数シグナリングを実施するように構成され得る。VVCバージョン1では、ALF係数は、ALF適応パラメータセット(adaptation parameter set、APS)でシグナリングされる。1つのAPSは、最大25個のフィルタと、最大8個のクロマフィルタと、最大8個のクロスコンポーネントALF(cross-component ALF、CC-ALF)フィルタとを有するルーマフィルタの1つのセットを含み得る。ルーマフィルタの各セットは、ALF

50

をルーマの 25 個のクラスに適用することをサポートする。VVC バージョン 1 では、最大 8 個の ALF__APS がサポートされる。

【0098】

【0103】 以下の表 2 は、本開示の技法による、フィルタ係数をシグナリングするための例示的なシンタックス信号テーブルを示す。

【0099】

【表 2 - 1】

表2

alf_data() {	記述子
alf_luma_filter_signal_flag	u(1)
if(aps_chroma_present_flag) {	
alf_chroma_filter_signal_flag	u(1)
alf_cc_cb_filter_signal_flag	u(1)
alf_cc_cr_filter_signal_flag	u(1)
}	
if(alf_luma_filter_signal_flag) {	
alf_luma_clip_flag	u(1)
alf_luma_num_filters_signalled_minus1	ue(v)
if(alf_luma_num_filters_signalled_minus1 > 0)	
for(filtIdx = 0; filtIdx < NumAlfFilters; filtIdx++)	
alf_luma_coeff_delta_idx[filtIdx]	u(v)
for(sfIdx = 0; sfIdx <= alf_luma_num_filters_signalled_minus1; sfIdx++)	
for(j = 0; j < 12; j++) {	
alf_luma_coeff_abs[sfIdx][j]	ue(v)
if(alf_luma_coeff_abs[sfIdx][j])	
alf_luma_coeff_sign[sfIdx][j]	u(1)
}	
if(alf_luma_clip_flag)	
for(sfIdx = 0; sfIdx <= alf_luma_num_filters_signalled_minus1; sfIdx++)	
for(j = 0; j < 12; j++)	
alf_luma_clip_idx[sfIdx][j]	u(2)
}	
if(alf_chroma_filter_signal_flag) {	
alf_chroma_clip_flag	u(1)
alf_chroma_num_alt_filters_minus1	ue(v)
for(altIdx = 0; altIdx <= alf_chroma_num_alt_filters_minus1; altIdx++)	
{	
for(j = 0; j < 6; j++) {	
alf_chroma_coeff_abs[altIdx][j]	ue(v)
if(alf_chroma_coeff_abs[altIdx][j] > 0)	
alf_chroma_coeff_sign[altIdx][j]	u(1)
}	
if(alf_chroma_clip_flag)	

【0100】

10

20

30

40

50

【表 2 - 2】

(表2の続き)

for(j = 0; j < 6; j++)	
alf_chroma_clip_idx [altIdx][j]	u(2)
}	
}	
if(alf_cc_cb_filter_signal_flag) {	
alf_cc_cb_filters_signalled_minus1	ue(v)
for(k = 0; k < alf_cc_cb_filters_signalled_minus1 + 1; k++) {	
for(j = 0; j < 7; j++) {	
alf_cc_cb_mapped_coeff_abs [k][j]	u(3)
if(alf_cc_cb_mapped_coeff_abs[k][j])	
alf_cc_cb_coeff_sign [k][j]	u(1)
}	
}	
}	
if(alf_cc_cr_filter_signal_flag) {	
alf_cc_cr_filters_signalled_minus1	ue(v)
for(k = 0; k < alf_cc_cr_filters_signalled_minus1 + 1; k++) {	
for(j = 0; j < 7; j++) {	
alf_cc_cr_mapped_coeff_abs [k][j]	u(3)
if(alf_cc_cr_mapped_coeff_abs[k][j])	
alf_cc_cr_coeff_sign [k][j]	u(1)
}	
}	
}	
}	

10

20

30

【0101】

【0104】ビデオエンコーダ200とビデオデコーダ300とは、複数の分類器を使用してALFを実施するように構成され得る。VVCでは、サンプルをフィルタ処理するとき、1つの分類器及び1つのフィルタのみが適用され得る。VVCに加えてALFの性能を改善するために、複数の分類器に基づくALFフレームワークが提案されている。そのようなフレームワークの例示的な実装形態が、図9に示されている。サンプルをフィルタ処理するとき、図9に示されるように、複数の分類器が適用される。フィルタは、分類器に対応するサンプルに適用される。図9では、2つの段階がある。第1に（第1の段階540）、事前にフィルタ処理する段階は、フィルタセット $F(f, i)$ ($i = 0 \dots N_f - 1$)と、 i 番目の固定フィルタセットの分類器 $C(f, i)$ ($i = 0 \dots N_f - 1$)とを含む。第2に（第2の段階542）、最終的なフィルタ処理する段階は、シグナリングされたフィルタ又は予め定義されたフィルタセット F' 、及び対応する分類器 C' を含む。

40

【0102】

【0105】図10は、3つの分類器を有する例示的なALFフレームワークを示す。こ

50

の点に関して、図10のALFフレームワークは、図9に関して説明した一般化されたALFフレームワークの特定の実装形態を表す。ECM-1.0で採用されている図10の例では、 $N_f = 2$ である。図10では、2つの段階がある。第1に（第1の段階544）、事前にフィルタ処理する段階は、フィルタセット $F(f, i)$ ($i = 0 \dots N_f - 1$)と、 i 番目の固定フィルタセットの分類器 $C(f, i)$ ($i = 0 \dots N_f - 1$)とを含む。第2に（第2の段階546）、最終的なフィルタ処理する段階は、シグナリングされたフィルタ又は予め定義されたフィルタセット F' 、及び対応する分類器 C' を含む。

【0103】

【0106】 ECM-1.0では、 $i = 0$ 又は1である分類器 $C(f, i)$ において、アクティビティ値及び方向値は、2Dラプラシアン値に基づいて決定され得る。分類器は、各サンプル又はブロックに適用され得る。分類器がブロックに適用されるとき、ブロック中の全てのサンプルは、同じクラスインデックス及び同じ転置タイプを有する。 w_i がブロックの幅を示し、 h_i がブロックの高さを示し、 (x, y) がブロックの左上サンプルの座標を示すものとする。

10

【0104】

【0107】 座標 (k, l) を有するサンプルに対して、4つのラプラシアン（勾配）値、すなわち、水平勾配 H 、垂直勾配 V 、135度勾配 $D1$ 、及び45度勾配 $D2$ が、以下のように導出され得る。

20

$$\begin{aligned} H_{k,l} &= |2R(k, l) - R(k-1, l) - R(k+1, l)| \\ V_{k,l} &= |2R(k, l) - R(k, l-1) - R(k, l+1)| \\ D1_{k,l} &= |2R(k, l) - R(k-1, l-1) - R(k+1, l+1)| \\ D2_{k,l} &= |2R(k, l) - R(k-1, l+1) - R(k+1, l-1)| \quad (12) \end{aligned}$$

【0105】

【0108】 VVCと同様に、アクティビティ値 A_i は、垂直勾配及び水平勾配を使用することによって以下のように導出され得る。

【0106】

【数11】

$$A_i = \left(\sum_{k=x-a_i}^{x+w_i+a_i-1} \sum_{l=y-b_i}^{y+h_i+b_i-1} (V_{k,l} + H_{k,l}) \right)$$

30

(13)

【0107】

式中、 a_i 及び b_i は、それぞれ、分類器 $C(f, i)$ の水平方向及び垂直方向のウィンドウサイズである。

【0108】

A_i は、両端値を含む $0 \sim M_{A,i} - 1$ の範囲に更に量子化され、量子化された値は

【0109】

40

【数12】

$$\hat{A}_i$$

【0110】

と示される。

【0111】

一例では

$M_{A,i} = 16$, $A_i = \min(192, (\text{mult}_i \cdot A_i) \gg (9 + \text{bitdepth}))$ かつ

50

【数 1 3】

$$\hat{A}_i = Q[A_i],$$

式中

20

`bitdepth`は、 $R(x, y)$ のビット深度であり、`multi`は、ウィンドウサイズ(`ai`, `bi`)に依存し、`multi`は、以下の値に等しい。

【表 3】

a_i	b_i	$mult_i$
0	0	5628
1	1	1407
2	2	624
3	3	351
4	4	225
5	5	156

30

〔0109〕 方向は、水平勾配H、垂直勾配V、135度勾配D1、及び45度勾配D2を使用することによって計算され得る。

【 0 1 1 6 】

[0110] まず、水平勾配 $g_{i, H}$ 、垂直勾配 $g_{i, V}$ 、並びに 2 つの対角勾配 g_{i, D_1} 及び g_{i, D_2} の値を以下のように計算する。

【 0 1 1 7 】

【数 1 4】

$$\begin{aligned} g_{i,H} &= \sum_{k=x-a_i}^{x+w_i+a_i-1} \sum_{l=y-b_i}^{y+h_i+b_i-1} H_{k,l}, \quad g_{i,V} = \sum_{k=x-a_i}^{x+w_i+a_i-1} \sum_{l=y-b_i}^{y+h_i+b_i-1} V_{k,l}, \\ g_{i,D1} &= \sum_{k=x-a_i}^{x+w_i+a_i-1} \sum_{l=y-b_i}^{y+h_i+b_i-1} D1_{k,l}, \quad g_{i,D2} = \sum_{k=x-a_i}^{x+w_i+a_i-1} \sum_{l=y-b_i}^{y+h_i+b_i-1} D2_{k,l}, \end{aligned}$$

(14)

【0118】

【0111】 方向性 D_i を割り当てるために、水平勾配及び垂直勾配の最大値及び最小値、2つの対角勾配の最大値及び最小値が、以下のように導出される

【0119】

【数15】

$$\begin{aligned} g_{i,h,v}^{\max} &= \max(g_{i,H}, g_{i,V}), \quad g_{i,h,v}^{\min} = \min(g_{i,H}, g_{i,V}) \\ g_{i,D1,D2}^{\max} &= \max(g_{i,D1}, g_{i,D2}), \quad g_{i,D1,D2}^{\min} = \min(g_{i,D1}, g_{i,D2}) \end{aligned} \quad (15)$$

10

【0120】

【0112】 水平／垂直方向のエッジ強度 (ES_i, HV) は、比

【0121】

【数16】

$$g_{i,h,v}^{\max} / g_{i,h,v}^{\min}$$

【0122】

を閾値のアレイ (Th) と比較することによって計算される。閾値のアレイのサイズを S とし、閾値を昇順にソートする。方向の数は、 $M_{D,i} = (S+1) * (S+2)$ である。

20

ステップ1. $m=0$ かつ $ES_i, HV=0$ に初期化する。

ステップ2. m が S に等しい場合、停止する。そうでない場合、ステップ3に進む。

ステップ3.

【0123】

【数17】

$$g_{i,h,v}^{\max} / g_{i,h,v}^{\min} > Th[m], m = m+1$$

【0124】

30

かつ $ES_i, HV = ES_i, HV + 1$ ならば、ステップ2に進む。そうでない場合、停止する。

【0125】

対角方向の方向 (E_i, D) は、と同様に計算される。

ステップ1. $m=0$ かつ $E_i, D=0$ に初期化する。

ステップ2. m が S に等しい場合、停止する。そうでない場合、ステップ3に進む。

ステップ3.

【0126】

【数18】

$$g_{i,D1,D2}^{\max} / g_{i,D1,D2}^{\min} > Th[m], m = m+1$$

40

【0127】

かつ $E_i, D = E_i, D + 1$ ならば、ステップ2に進む。そうでない場合、停止する。

【0128】

【0113】 閾値のアレイの例は、 $Th = [1.25, 1.5, 2, 3, 4.5, 8]$ かつ $S=6$ である。

【0129】

【0114】 主エッジ強度 (ES_M) 及び副エッジ強度 (ES_S) は、以下のように決定され得る。

50

【0130】

【数19】

$$g_{i,h,v}^{max}/g_{i,h,v}^{min} > g_{i,D1,D2}^{max}/g_{i,D1,D2}^{min}$$

【0131】

ならば、 ES_M は ES_{HV} として設定され、 ES_S は ES_D として設定される。そうでない場合は、 ES_M は ES_D として設定され、 ES_S は ES_{HV} として設定される。

ES_S が ES_M より大きい場合、 D_i は0に設定される。そうでない場合、

【0132】

【数20】

$$g_{i,h,v}^{max}/g_{i,h,v}^{min} > g_{i,D1,D2}^{max}/g_{i,D1,D2}^{min}$$

【0133】

ならば、 $D_i = ES_M * (ES_M + 1) / 2 + ES_S$ 、であり、そうでない場合、 $D_i = ES_M * (ES_M + 1) / 2 + ES_S + M_{D,i} / 2$ である。

クラスインデックス C_i は、

【0134】

【数21】

$$C_i = \hat{A}_i * M_{D,i} + D_i$$

【0135】

として導出されてもよい。

C_i に基づき、 $C(f, i)$ からのフィルタが選択される。

【0136】

第2の段階

【0115】 第2の段階では、 F' はシグナリングされたフィルタ又は予め定義されたフィルタセットであり、 C' は対応する分類器である。中間フィルタ処理された結果は、現在のサンプル及び／又はその隣接サンプルを用いて更にフィルタ処理され得る。 C' は、 F' のどのフィルタが適用されるか、及び係数をどのように転置するかを決定するために使用され得る。

【0137】

【0116】 C' は、第1の段階としてアクティビティ及び方向を計算することによってフィルタセット F' についてフィルタインデックスを決定するために、 R 及び／又は R' を使用し得る。 F' を適用するとき、転置演算が適用され得る。

【0138】

【0117】 一例では、座標 (k, l) を有するサンプルに対して、4つのラプラシアン(勾配)値、すなわち、水平勾配 H 、垂直勾配 V 、135度勾配 $D1$ 、及び45度勾配 $D2$ が、以下のように導出され得る。

$$H_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l) - R(k+1,l)|$$

$$V_{k,l} = |2R(k,l) - R(k,l-1) - R(k,l+1)|$$

$$D1_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l-1) - R(k+1,l+1)|$$

$$D2_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l+1) - R(k+1,l-1)| \quad (16)$$

【0139】

【0118】 VVC と同様に、アクティビティ値 A は、垂直勾配及び水平勾配を使用することによって以下のように導出され得る。

【0140】

10

20

30

40

50

【数 2 2】

$$A = \left(\sum_{k=x-a}^{x+w+a-1} \sum_{l=y-b}^{y+h+b-1} (V_{k,l} + H_{k,l}) \right) \quad (17)$$

【0 1 4 1】

式中、 a 及び b は、それぞれ分類器 C' の水平方向及び垂直方向のウィンドウサイズであり、 w 及び h は、全てのサンプルが同じ分類インデックス、同じ転置インデックスを有するブロックの幅及び高さである。 10

【0 1 4 2】

【0 1 1 9】 A は、両端値を含む $0 \sim M_A - 1$ の範囲に更に量子化され、量子化された値は

【0 1 4 3】

【数 2 3】

$$\hat{A}$$

【0 1 4 4】

と示される。例えば、チャネルラスタ = 1 0 0 k H z、及び基準 R B 帯域幅 = 1 8 0 k H z であり、倍率「K」の値が 2 の値に設定されるとき、 20

【0 1 4 5】

【数 2 4】

$$A = \min(15, (mult \cdot A) \gg (9 + bitdepth)) \text{ かつ } \hat{A} = Q[A], \text{ 式中}$$

$$Q = \{0, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4\}$$

(18)

$bitdepth$ は、 $R(x, y)$ のビット深度であり、 $mult$ はウィンドウサイズ $a * b$ に依存し得、 $mult$ は以下の値に等しくてもよい。 30

【0 1 4 6】

【表 4】

a	b	mult
0	0	5628
1	1	1407
2	2	624
3	3	351
4	4	225
5	5	156

40

【0 1 4 7】

【0 1 2 0】 フィルタ処理：

【0 1 2 1】 C' からサンプルのクラスインデックスを得た後、フィルタセット F' からのフィルタがクラスインデックスに基づいて選択される。フィルタ処理は、以下のように適用され得る。

【0 1 4 8】

【数 2 5】

50

$$\tilde{R}(x, y) = R(x, y) + \left[\sum_{i=0}^{N_0-2} c_i (f_{i,0} + f_{i,1}) \right] + \left[\sum_{i=N_0}^{N_0+N_1-1} c_i g_i \right] \quad (19)$$

【 0 1 4 9 】

上式において、フィルタ処理は２つの部分に分割される。

・フィルタ部分１：

【 0 1 5 0 】

【数 2 6】

$$\left[\sum_{i=0}^{N_0-2} c_i (f_{i,0} + f_{i,1}) \right]:$$

【 0 1 5 1 】

隣接サンプルを使用することによるフィルタ処理、幾何学的変換が適用され得る。N₀は、係数の数であり、図 9 に示されるように、5×5、7×7、9×9、11×11、又は13×13ダイヤモンドフィルタであり得る。

・フィルタ部分２：

【 0 1 5 2 】

【数 2 7】

$$\left[\sum_{i=N_0}^{N_0+N_1-1} c_i g_i \right]:$$

【 0 1 5 3 】

中間フィルタ処理されたサンプルを使用することによるフィルタ処理、幾何学的変換が適用され得る。N₁は、係数の数である。

【 0 1 5 4 】

関数 f_{i, j} (j = 0 又は 1) は、クリッピング関数を用いて以下のように定義され得る。

$$f_{i, j} = f_{i, j} (R(x + x_{i, j}, y + y_{i, j}), R(x, y)) = \min(b_i, \max(-b_i, R(x + x_{i, j}, y + y_{i, j}) - R(x, y))) \quad (20)$$

【 0 1 5 5 】

関数 g_i は、クリッピング関数を用いて以下のように定義され得る。

$$g_i = g_i (R'(x, y, i - N_0), R(x, y)) = \min(b_i, \max(-b_i, R'(x, y, i - N_0) - R(x, y))) \quad (21)$$

b_i は、係数に c_i 対応するクリッピングパラメータである。ECM-1.0 では、N₁ = 2 である。

【 0 1 5 6 】

【0122】 ビデオエンコーダ 200 とビデオデコーダ 300 とは、複数の分類器を用いたシグナリングされた ALF を使用するように構成され得る。ECM-1.0 では、C' はラプラシアンベースの分類器である。ALF の性能を改善するために、複数分類器ベースの ALF が、参照により本明細書に組み込まれる、2021 年 6 月 30 日に出願された 63/217067 において提案されており、帯域ベースの分類器が、図 11 に示されるように ECM-3.0 において採用されている。図 11 では、シグナリングされたフィルタが現在のサンプルをフィルタ処理するために使用されるとき、分類器は、シグナリングされたフラグに基づいて C2 と C3 との間で選択される。クラスインデックスは、シグナリングされたフィルタのセットからフィルタ F2 を選択するために使用される。C2 は、ECM-1.0 において使用されるラプラシアンベースの分類器である。C3 は、帯域ベースの分類器である。C2 と同様に、C3 は各非重複 2×2 ルーマブロックに適用され、

10

20

30

40

50

クラスインデックスは以下のように決定される。

(sum*num_classes)>>(2+bit_depth)

式中、sumは2×2ルーマブロックのルーマサンプル値の和であり、num_classesは25に等しく、bit_depthはルーマサンプルのビット深度である。

【0157】

【0123】 図11は、ECM-4.0に従う例示的なALFフレームワークを示す。図11の例に見られるように、SAO後のサンプルのみがALFに使用される。しかしながら、SAO前及びデブロッキングフィルタ(DBF)前のサンプルも使用され得る。本開示では、SAO前(DBF後)のサンプル及び／又はALFプロセスのためのDBF前のサンプルを使用するための技法について説明する。DBF前のサンプル又はSAO前のサンプルがALFに使用されるとき、これらのサンプルは、分類及び／又はフィルタ処理のために使用され得る。

10

【0158】

【0124】 DBF前のサンプル及びSAO前のサンプルがALFフィルタ処理に使用されるとき、式(19)は以下のように書き直すことができる。

【0159】

【数28】

$$\begin{aligned} \tilde{R}(x, y) = R(x, y) &+ \left[\sum_{i=0}^{N_0-2} c_i (f_{i,0} + f_{i,1}) \right] + \left[\sum_{i=N_0}^{N_0+N_d-1} c_i d_i \right] + \left[\sum_{i=N_0+N_d}^{N_0+N_d+N_s-1} c_i s_i \right] \\ &+ \left[\sum_{i=N_0+N_d+N_s}^{N_0+N_d+N_s+N_1-1} c_i g_i \right] \end{aligned}$$

20

(22)

【0160】

【0125】 関数d_iは、クリッピング関数を用いて以下のように定義され得る。

$d_i = d_i(R_d(x+x_i, y+y_i), R(x, y)) = \min(b_i, \max(-b_i, R_d(x+x_i, y+y_i) - R(x, y)))$ (23)

30

式中、R_d(x+x_i, y+y_i)は、DBF前の隣接サンプルであり、(x_i, y_i)は、現在のサンプルR(x, y)に対する座標オフセットである。

【0161】

【0126】 関数s_iは、クリッピング関数を用いて以下のように定義され得る。

$s_i = s_i(R_s(x+x_i, y+y_i), R(x, y)) = \min(b_i, \max(-b_i, R_s(x+x_i, y+y_i) - R(x, y)))$ (24)

式中、R_s(x+x_i, y+y_i)は、SAO前の隣接サンプルであり、(x_i, y_i)は、現在のサンプルR(x, y)に対する座標オフセットである。

【0162】

【0127】 式(22)において、N_d及びN_sは、それぞれDBF前のサンプル及びSAO前のサンプルに適用されるタップの数である。

40

【0163】

【0128】 一例では、図12に示されるように、DBF前のサンプル602がALFに使用され得る。この場合、式(22)は以下ようになる。

【0164】

【数29】

50

$$\tilde{R}(x, y) = R(x, y) + \left[\sum_{i=0}^{N_0-2} c_i (f_{i,0} + f_{i,1}) \right] + \left[\sum_{i=N_0}^{N_0+N_d-1} c_i d_i \right] + \left[\sum_{i=N_0+N_d}^{N_0+N_d+N_1-1} c_i g_i \right] \quad (25)$$

【 0 1 6 5 】

【 0 1 2 9 】 別の例では、図 1 3 に示されるように、S A O 前のサンプル 6 0 4 が A L F に使用され得る。この場合、式 (2 2) は以下ようになる。

【 0 1 6 6 】

【 数 3 0 】

$$\tilde{R}(x, y) = R(x, y) + \left[\sum_{i=0}^{N_0-2} c_i (f_{i,0} + f_{i,1}) \right] + \left[\sum_{i=N_0}^{N_0+N_s-1} c_i s_i \right] + \left[\sum_{i=N_0+N_s}^{N_0+N_s+N_1-1} c_i g_i \right] \quad (26)$$

【 0 1 6 7 】

【 0 1 3 0 】 別の例では、図 1 4 に示されるように、S A O 前のサンプル 6 0 6 及び D B F 前のサンプル 6 0 8 が、A L F プロセスに使用される。

【 0 1 6 8 】

【 0 1 3 1 】 式 (2 5) 及び (2 6) の例では、係数 c_i は、上記で説明したように、分類器に基づいてシグナリング及び選択され得る。

【 0 1 6 9 】

【 0 1 3 2 】 本開示の技法によれば、ビデオデコーダ 3 0 0 は、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定し、フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの 1 つ又は複数を、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用する、ように構成され得る。ビデオデコーダ 3 0 0 は、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、A L F をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用する。A L F をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために、ビデオデコーダ 3 0 0 は、フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値（例えば、上記の R ）と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値（例えば、上記の R_d ）との間の差分に基づいて、差分値（例えば、式 2 3 における $d(i)$ ）を決定し、サンプル修正値（例えば、式 2 5 の項

【 0 1 7 0 】

【 数 3 1 】

$$\left[\sum_{i=N_0}^{N_0+N_d-1} c_i d_i \right]$$

【 0 1 7 1 】

又は式 2 6 の

【 0 1 7 2 】

【 数 3 2 】

$$\left[\sum_{i=N_0}^{N_0+N_s-1} c_i s_i \right]$$

【 0 1 7 3 】

）を決定するために、フィルタ（例えば、式 2 5 及び 2 6 の c_i ）を差分値（例えば、式 2 5 の d_i 又は式 2 6 の s_i ）に適用し、サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値（例えば、式 2 5 又は 2 6 における

【0174】

【数33】

 $\tilde{R}$

【0175】

）を決定する、ように構成され得る。現在のサンプルの値（ R ）と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値（ R_d ）との間の差分に基づいて、差分値（式23の $d(i)$ ）を決定するために、ビデオデコーダ300は、例えば、差分値を差分に等しく設定する（すなわち、クリッピングを実施しない）か、又は現在のサンプルの値（ R ）とフィルタ処理前の隣接サンプルの値（ R_d ）との間の差分が最大値よりも大きいことに応答して、差分値を最大値に等しく設定する（すなわち、クリッピングを実施する）ことができる。すなわち、ビデオデコーダ300は、差分値を実際の差分の最小値又は最大値に設定し得る。

10

【0176】

【0133】 図15A～図15Hは、デブロッキングフィルタ処理（DBF）前及び／又はSAO前のサンプルに使用され得るフィルタタップの例を示す。図15A～図15Hでは、タップがDBF前のサンプルに適用されるとき、式（22）及び（26）において、 $x = N_0$ である。タップがDBF前のサンプルに適用される場合、式（22）において $x = N_0 + N_d$ 、かつ式（26）において $x = N_0$ である。中心タップは、現在のサンプルの座標においてDBF／SAO前のサンプルに適用され得る。図15Aは、1個のタップ（ C_x ）を含むフィルタ702を示す。図15Bは、4個のタップ（ $C_x - C_{x+4}$ ）を含むフィルタ704を示す。図15Cは、13個のタップ（ $C_x - C_{x+12}$ ）を含むフィルタ706を示す。図15Dは、9個のタップ（ $C_x - C_{x+8}$ ）を含むフィルタ708を示す。図15Eは、13個のタップ（ $C_x - C_{x+13}$ ）を含むフィルタ710を示す。図15Fは、17個のタップ（ $C_x - C_{x+16}$ ）を含むフィルタ712を示す。図15Gは、17個のタップ（ $C_x - C_{x+17}$ ）を含むフィルタ714を示す。図15Hは、21個のタップ（ $C_x - C_{x+20}$ ）を含むフィルタ716を示す。

20

【0177】

【0134】 図16A～図16Iは、中心対称である係数を有する、DBF前及び／又はSAO前のサンプルに使用され得るフィルタの例を示す。図16A～図16Iでは、タップがDBF前のサンプルに適用されるとき、式（22）及び（26）において $x = N_0$ である。タップがDBF前のサンプルに適用される場合、式（22）において $x = N_0 + N_d$ 、かつ式（26）において $x = N_0$ である。中心タップは、現在のサンプルの座標においてDBF／SAO前のサンプルに適用され得る。

30

【0178】

【0135】 図16Aは、3個の一意の係数（ $C_x - C_{x+2}$ ）を有する5個のタップを含むフィルタ720を示す。図16Bは、7個の一意の係数（ $C_x - C_{x+6}$ ）を有する13個のタップを含むフィルタ722を示す。図16Cは、13個の一意の係数（ $C_x - C_{x+12}$ ）を有する25個のタップを含むフィルタ724を示す。図16Dは、21個の一意の係数（ $C_x - C_{x+20}$ ）を有する41個のタップを含むフィルタ726を示す。図16Eは、5個の一意の係数（ $C_x - C_{x+4}$ ）を有する9個のタップを含むフィルタ728を示す。図16Fは、7個の一意の係数（ $C_x - C_{x+6}$ ）を有する13個のタップを含むフィルタ730を示す。図16Gは、9個の一意の係数（ $C_x - C_{x+8}$ ）を有する17個のタップを含むフィルタ732を示す。図16Hは、9個の一意の係数（ $C_x - C_{x+8}$ ）を有する17個のタップを含むフィルタ734を示す。図16Iは、11個の一意の係数（ $C_x - C_{x+10}$ ）を有する21個のタップを含むフィルタ736を示す。

40

【0179】

【0136】 DBF前のサンプルがALFに使用されるとき、DBF前のサンプルに適用されるフィルタ長は、現在のサンプルに適用されるDBFの長さに依存し得る。

50

【0180】

【0137】 D B F 前のサンプル及び／又は S A O 前のサンプルが A L F に使用されるかどうかを示すために、フラグがシグナリングされ得る。例えば、フラグは、フィルタごとに／フィルタセットごとに（例えば、適応パラメータセット（A P S）で）シグナリングされ得る。別の例では、フラグは、シーケンス／ピクチャ／サブピクチャ／スライス／C T U／ブロックレベルでシグナリングされ得る。

【0181】

【0138】 一例では、D B F 前のサンプルについての係数がシグナリングされるかどうかを示すために、フラグが、フィルタ／フィルタセット／A P S／シーケンス／ピクチャ／サブピクチャ／スライス／C T U／ブロックレベルで、シグナリングされ得る（式（22）において c_i （ $i = N_0 \dots N_0 + N_d - 1$ ）、かつ式（25）において c_i （ $i = N_0 \dots N_0 + N_d - 1$ ））。シグナリングされない場合、これらの係数の値は 0 に等しくてもよく、これは、D B F 前のサンプルを A L F に使用しないことと等価である。

10

【0182】

【0139】 別の例では、S A O 前のサンプルについての係数がシグナリングされるかどうかを示すために、フラグが、フィルタ／フィルタセット／A P S／シーケンス／ピクチャ／サブピクチャ／スライス／C T U／ブロックレベルで、シグナリングされ得る（式（22）において c_i （ $i = N_0 + N_d \dots N_0 + N_d + N_s - 1$ 、かつ式（26）において c_i （ $i = N_0 \dots N_0 + N_s - 1$ ））。シグナリングされない場合、これらの係数の値は 0 に等しくてもよく、これは、S A O 前のサンプルを A L F に使用しないことと等価である。

20

【0183】

【0140】 幾何学的転置は、D B F 前のサンプル（それぞれ、S A O 前のサンプル）に対応するフィルタ形状に適用され得る。例えば、A L F 分類器（C 2 又は C 3）において導出される同じ転置プロセスが、D B F 前のサンプル（それぞれ、S A O 前のサンプル）に適用され得る。別の例では、D B F 前のサンプル（それぞれ、S A O 前のサンプル）は、D B F 前のサンプル（それぞれ、S A O 前のサンプル）に適用される転置を決定するために使用される。

【0184】

【0141】 D B F が現在のサンプルに適用されない場合、D B F 前のサンプルは、現在のサンプルの A L F に使用されなくてもよい。S A O が現在のサンプルに適用されない場合、S A O 前のサンプルは、現在のサンプルの A L F に使用されなくてもよい。

30

【0185】

【0142】 D B F（それぞれ S A O）前のサンプルに適用される全ての係数は、同じプロセスを用いてコーディングされ得る。例えば、固定長コーディング、単項コーディング、 k がシグナリング又は固定された k 次指数ゴロム符号（例えば、絶対値が指数ゴロム符号でコーディングされ、符号が別のビットでコーディングされる）。

【0186】

【0143】 式（22）、式（25）及び式（26）において、フィルタ形状の中央タップに適用される係数（例えば、図 1 1 及び図 1 2 に示される形状の中央タップ）並びに固定フィルタから導出されたサンプルに適用される係数（ R' ）は、同じコーディング技法を使用することによってシグナリングされ得る。一例では、1 次指数ゴロム符号が使用される。（例えば、絶対値は指数ゴロム符号でコーディングされ、符号は別のビットでコーディングされる）。この次数は、ビットストリームでシグナリングされてもよい、又は固定されてもよい。別の例では、これらの係数は、同じ長さを有する固定長コードを使用することによってコーディングされ得、長さは、固定又はシグナリングされ得る。

40

【0187】

【0144】 他の例では、式（22）、（25）及び（26）において、隣接サンプルに適用される係数は、同じコーディング技法を用いてシグナリングされ得る。一例では、2 次指数ゴロム符号が使用される。（例えば、絶対値は指数ゴロム符号でコーディングされ

50

、符号は別のビットでコーディングされる)。この次数は、ビットストリームでシグナリングされてもよい、又は固定されてもよい。別の例では、これらの係数は、同じ長さを有する固定長コードを使用してコーディングされ得、長さは、固定又はシグナリングされ得る。

【0188】

【0145】 境界処理の態様が次に論じられる。第1に、スライス／タイル／ピクチャ／仮想境界の場合、現在のサンプルに対してALFを行うとき、DBF／SAO前のサンプルが必要とされ得、現在のサンプルの同じ側以外のスライス／タイル／ピクチャ／仮想境界の異なる側に位置する。例えば、隣接サンプルは、スライス／タイル境界を越えた隣接CTU中に位置する。境界を越えたサンプルの使用が無効にされるとき、DBF／SAO前のそのサンプルは、アクセス可能でないことがあり、現在のサンプルと境界の同じ側にある最も近いサンプルによって置き換えられ得る。

10

【0189】

【0146】 L字形ラスタ走査スライス境界の場合、現在のサンプルに対してALFを行うとき、その上及び左CTUは現在のCTUと同じスライス中にあるが、左上CTUは、異なるスライス中にある。左上CTUからのDBF／SAO前のサンプルが必要とされ、スライス境界を越えた使用は許可されない。そのサンプルについて、現在のサンプルの上又は左のCTUからのその最も近いサンプルが使用され得る。

【0190】

【0147】 現在のサンプルに対してALFを行うとき、右及び下のCTUは、現在のCTUと同じスライス中にあり得るが、右下のCTUは、異なるスライス中にあり得る。右下のCTUからのDBF／SAO前のサンプルが必要とされ、スライス境界を越えた使用は許可されない。そのサンプルについて、現在のサンプルの右又は下のCTUから最も近いサンプルが使用され得る。

20

【0191】

【0148】 ALF仮想境界（例えば、ALFラインバッファ境界）の場合、現在のサンプルに対してALFを行うとき、VVC中の水平CTU境界の上の4つのルーマライン及び2つのクロマラインなどのALF仮想境界が、ハードウェアストレージ負荷を低減するために使用される。DBF／SAO前のサンプルが必要とされ得、現在のサンプルの同じ側以外のALF仮想境界の異なる側に位置するとき、DBF／SAO前のそのサンプルは、アクセス可能でないことがあり、現在のサンプルと境界の同じ側にある最も近いサンプルによって置き換えられ得る。別の例では、対称パディングが、その利用不可能なサンプルを置き換えるために使用され得る。

30

【0192】

【0149】 図17は、本開示の技法を実施し得る例示的なビデオエンコーダ200を示すブロック図である。図17は、説明のために提供され、本開示で広く例示され説明される技法を限定するものとみなされるべきでない。説明のために、本開示は、VVC（開発中のITU-T H. 266）及びHEVC（ITU-T H. 265）の技法によるビデオエンコーダ200について説明する。しかしながら、本開示の技法は、他のビデオコーディング規格、並びに、AV1及びAV1ビデオコーディングフォーマットの後継のなどのビデオコーディングフォーマット用に構成されているビデオ符号化デバイスによって実施され得る。

40

【0193】

【0150】 図17の例では、ビデオエンコーダ200は、ビデオデータメモリ230、モード選択ユニット202、残差生成ユニット204、変換処理ユニット206、量子化ユニット208、逆量子化ユニット210、逆変換処理ユニット212、再構成ユニット214、フィルタユニット216、復号ピクチャバッファ（DPB）218、及びエントロピー符号化ユニット220を含む。ビデオデータメモリ230、モード選択ユニット202、残差生成ユニット204、変換処理ユニット206、量子化ユニット208、逆量子化ユニット210、逆変換処理ユニット212、再構成ユニット214、フィルタユ

50

ット 216、DPB 218、及びエントロピー符号化ユニット 220 のいずれか又は全てが、1 つ又は複数のプロセッサに又は処理回路に実装され得る。例えば、ビデオエンコーダ 200 のユニットは、ハードウェア回路の一部としての 1 つ又は複数の回路若しくは論理要素として、又はプロセッサ、ASIC、若しくは FPGA の一部として実装され得る。その上、ビデオエンコーダ 200 は、これら及び他の機能を実施する追加又は代替のプロセッサ又は処理回路を含んでもよい。

【0194】

【0151】 ビデオデータメモリ 230 は、ビデオエンコーダ 200 の構成要素によって符号化されるべきビデオデータを記憶し得る。ビデオエンコーダ 200 は、ビデオデータメモリ 230 内に記憶されたビデオデータを、例えば、ビデオソース 104 (図 1) から受信し得る。DPB 218 は、ビデオエンコーダ 200 によって後続のビデオデータの予測において使用する参照ビデオデータを記憶する参照ピクチャメモリとして機能してもよい。ビデオデータメモリ 230 及び DPB 218 は、同期ダイナミックランダムアクセスメモリ (synchronous dynamic random access memory、SDRAM) を含む DRAM、磁気抵抗 RAM (magnetoresistive RAM、MRAM)、抵抗 RAM (resistive RAM、RRAM)、又は他のタイプのメモリデバイスなどの、様々なメモリデバイスのいずれかによって形成され得る。ビデオデータメモリ 230 及び DPB 218 は、同じメモリデバイス又は別個のメモリデバイスによって提供され得る。様々な例では、ビデオデータメモリ 230 は、示されるように、ビデオエンコーダ 200 の他の構成要素とともにオンチップであってもよく、又はそれらの構成要素に対してオフチップであってもよい。

10

20

【0195】

【0152】 本開示では、ビデオデータメモリ 230 への言及は、そのように特に記載されない限り、ビデオエンコーダ 200 の内部のメモリに、又はそのように特に記載されない限り、ビデオエンコーダ 200 の外部のメモリに限定されるものとして、解釈されるべきではない。むしろ、ビデオデータメモリ 230 への言及は、ビデオエンコーダ 200 が符号化のために受信するビデオデータ (例えば、符号化されるべき現在ブロックに対するビデオデータ) を記憶する参照メモリとして理解されるべきである。図 1 のメモリ 106 はまた、ビデオエンコーダ 200 の様々なユニットからの出力の一時的な記憶を提供し得る。

30

【0196】

【0153】 図 17 の様々なユニットは、ビデオエンコーダ 200 によって実施される動作を理解する助けとなるように示されている。ユニットは、固定機能回路、プログラマブル回路、又はそれらの組み合わせとして実装され得る。固定機能回路は、特定の機能を提供する回路を指し、実施され得る動作が事前に設定されている。プログラマブル回路は、様々なタスクを実施するようにプログラムされ得る回路を指し、実施され得る動作においてフレキシブルな機能を提供する。例えば、プログラマブル回路は、ソフトウェア又はファームウェアの命令によって定義される方式でプログラマブル回路を動作させるソフトウェア又はファームウェアを実行し得る。固定機能回路は (例えば、パラメータを受信するか又はパラメータを出力する) ソフトウェア命令を実行し得るが、固定機能回路が実施する動作のタイプは一般に不変である。いくつかの例では、ユニットのうちの 1 つ又は複数は、異なる回路ブロック (固定機能又はプログラマブル) であってもよく、いくつかの例では、ユニットのうちの 1 つ又は複数は集積回路であってもよい。

40

【0197】

【0154】 ビデオエンコーダ 200 は、算術論理ユニット (arithmetic logic units、ALUs)、基本機能ユニット (elementary function units、EFUs)、デジタル回路、アナログ回路、及び／又は、プログラマブル回路から形成されるプログラマブルコアを含み得る。ビデオエンコーダ 200 の動作がプログラマブル回路によって実行されるソフトウェアを使用して実施される例では、メモリ 106 (図 1) が、ビデオエンコーダ 200 が受信及び実行するソフトウェアの命令 (例えば、オブジェクトコード) を記

50

憶してもよく、又はビデオエンコーダ 200 内の別のメモリ（図示せず）が、そのような命令を記憶してもよい。

【0198】

【0155】 ビデオデータメモリ 230 は、受信されたビデオデータを記憶するように構成されている。ビデオエンコーダ 200 は、ビデオデータメモリ 230 からビデオデータのピクチャを取り出し、ビデオデータを残差生成ユニット 204 及びモード選択ユニット 202 に提供してもよい。ビデオデータメモリ 230 内のビデオデータは、符号化されるべき未加工のビデオデータであってもよい。

【0199】

【0156】 モード選択ユニット 202 は、動き推定ユニット 222、動き補償ユニット 224、及びイントラ予測ユニット 226 を含む。モード選択ユニット 202 は、他の予測モードに従ってビデオ予測を実施する追加の機能ユニットを含んでもよい。例として、モード選択ユニット 202 は、パレットユニット、（動き推定ユニット 222 及び／又は動き補償ユニット 224 の一部であり得る）イントラブロックコピーユニット、アフィンユニット、線形モデル（linear model、LM）ユニットなどを含んでもよい。

【0200】

【0157】 モード選択ユニット 202 は、概して、複数の符号化パスを協調させて、符号化パラメータの組み合わせと、そのような組み合わせに対して結果として得られるレート歪み値とを試験する。符号化パラメータは、CU への CTU の区分、CU に対する予測モード、CU の残差データに対する変換タイプ、CU の残差データに対する量子化パラメータなどを含んでもよい。モード選択ユニット 202 は最終的に、他の試験された組み合わせより良いレート歪み値を有する符号化パラメータの組み合わせを選択し得る。

【0201】

【0158】 ビデオエンコーダ 200 は、ビデオデータメモリ 230 から取り出されたピクチャを一連の CTU に区分し、1 つ又は複数の CTU をスライス内にカプセル化してもよい。モード選択ユニット 202 は、上述の MTT 構造、QBT 構造、スーパーブロック構造、又は四分木構造など、木構造に従ってピクチャの CTU を区分し得る。上記で説明したように、ビデオエンコーダ 200 は、木構造に従って CTU を区分することから 1 つ又は複数の CU を形成し得る。そのような CU は、一般に、「ビデオブロック」又は「ブロック」と呼ばれることもある。

【0202】

【0159】 概して、モード選択ユニット 202 はまた、現在ブロック（例えば、現在の CU、又は HEVC では、PU 及び TU の重複部分）に対する予測ブロックを生成するように、その構成要素（例えば、動き推定ユニット 222、動き補償ユニット 224、及びイントラ予測ユニット 226）を制御する。現在ブロックのインター予測の場合、動き推定ユニット 222 は、1 つ又は複数の参照ピクチャ（例えば、DPB 218 内に記憶された 1 つ又は複数の前にコーディングされたピクチャ）の中の 1 つ又は複数の厳密に一致する参照ブロックを識別するために、動き検索を実施し得る。具体的には、動き推定ユニット 222 は、例えば、差分絶対値和（SAD）、差分二乗和（SSD）、平均絶対差（MAD）、平均二乗差（MSD）などに従って、可能性のある参照ブロックが現在ブロックとどれだけ類似しているかを表す値を計算し得る。動き推定ユニット 222 は、概して、現在ブロックと検討されている参照ブロックとの間のサンプルごとの差分を使用して、これらの計算を実施し得る。動き推定ユニット 222 は、現在ブロックと最も厳密に一致する参照ブロックを示す、これらの計算から得られる最低の値を有する参照ブロックを識別し得る。

【0203】

【0160】 動き推定ユニット 222 は、現在のピクチャ内の現在ブロックの位置に対する参照ピクチャ内の参照ブロックの位置を定義する、1 つ又は複数の動きベクトル（motion vectors、MVs）を形成し得る。動き推定ユニット 222 は、次いで、動きベクトルを動き補償ユニット 224 に提供し得る。例えば、単方向のインター予測の場合、動

き推定ユニット 222 は単一の動きベクトルを提供してもよく、一方、双方向インター予測の場合、動き推定ユニット 222 は 2 つの動きベクトルを提供してもよい。動き補償ユニット 224 は、次いで、動きベクトルを使用して予測ブロックを生成し得る。例えば、動き補償ユニット 224 は、動きベクトルを使用して参照ブロックのデータを取り出してもよい。別の例として、動きベクトルが小数サンプル精度を有する場合、動き補償ユニット 224 は、1 つ又は複数の補間フィルタに従って、予測ブロックに対する値を補間し得る。その上、双方向インター予測の場合、動き補償ユニット 224 は、それぞれの動きベクトルによって識別される 2 つの参照ブロックに対するデータを取り出し、例えば、サンプルごとの平均又は加重平均を通じて、取り出されたデータを組み合わせ得る。

【0204】

10

【0161】 動き推定ユニット 222 及び動き補償ユニット 224 は、AV1 ビデオコーディングフォーマットに従って動作するとき、並進動き補償、アフィン動き補償、重複ブロック動き補償 (overlapped block motion compensation、OBMC)、及び／又は合成インターイントラ予測を使用して、ビデオデータのコーディングブロック (例えば、ルーマコーディングブロックとクロマコーディングブロックの両方) を符号化するように構成され得る。

【0205】

【0162】 別の例として、イントラ予測又はイントラ予測コーディングの場合、イントラ予測ユニット 226 は、現在ブロックに隣接するサンプルから予測ブロックを生成し得る。例えば、方向モードの場合、イントラ予測ユニット 226 は、概して、予測ブロックを生成するために、隣接サンプルの値を数学的に組み合わせて、現在ブロックにわたって定められた方向においてこれらの計算された値をポピュレートし得る。別の例として、DC モードの場合、イントラ予測ユニット 226 は、現在ブロックに対する隣接サンプルの平均を計算し、予測ブロックの各サンプルに対するこの得られた平均を含むように予測ブロックを生成し得る。

20

【0206】

【0163】 AV1 ビデオコーディングフォーマットに従って動作するとき、イントラ予測ユニット 226 は、方向性イントラ予測、非方向性イントラ予測、再帰的フィルタイントラ予測、ルーマからクロマ (CFL: chroma-from-luma) 予測、イントラブロックコピー (IBC)、及び／又はカラーパレットモードを使用して、ビデオデータのコーディングブロック (例えば、ルーマコーディングブロックとクロマコーディングブロックの両方) を符号化するように構成され得る。モード選択ユニット 202 は、他の予測モードに従ってビデオ予測を実施する追加の機能ユニットを含んでもよい。

30

【0207】

【0164】 モード選択ユニット 202 は、予測ブロックを残差生成ユニット 204 に提供する。残差生成ユニット 204 は、ビデオデータメモリ 230 から現在ブロックの未加工の符号化されていないバージョン、及びモード選択ユニット 202 から予測ブロックを受信する。残差生成ユニット 204 は、現在ブロックと予測ブロックとのサンプルごとの差分を計算する。得られるサンプルごとの差分は、現在ブロックに対する残差ブロックを定義する。いくつかの例では、残差生成ユニット 204 はまた、残差差分パルスコード変調 (residual differential pulse code modulation、RDPCM) を使用して残差ブロックを生成するために、残差ブロックの中のサンプル値の間の差分を判定し得る。いくつかの例では、残差生成ユニット 204 は、バイナリ減算を実施する 1 つ又は複数の減算器回路を使用して形成され得る。

40

【0208】

【0165】 モード選択ユニット 202 が CU を PU に区分する例では、各 PU は、ルーマ予測ユニット及び対応するクロマ予測ユニットに関連付けられ得る。ビデオエンコーダ 200 及びビデオデコーダ 300 は、様々なサイズを有する PU をサポートすることができる。前述のように、CU のサイズは、CU のルーマコーディングブロックのサイズを指すことがあり、PU のサイズは、PU のルーマ予測ユニットのサイズを指すことがある。

50

特定のCUのサイズが $2N \times 2N$ であると仮定すると、ビデオエンコーダ200は、イントラ予測に対して $2N \times 2N$ 又は $N \times N$ のPUサイズ、及びインター予測に対して $2N \times 2N$ 、 $2N \times N$ 、 $N \times 2N$ 、 $N \times N$ 、又は類似の、対称のPUサイズをサポートし得る。ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300はまた、インター予測に対して $2N \times nU$ 、 $2N \times nD$ 、 $nL \times 2N$ 、及び $nR \times 2N$ のPUサイズの非対称区分をサポートし得る。

【0209】

【0166】 モード選択ユニット202がCUをPUに更に区分しない例では、各CUはルーマコーディングブロック及び対応するクロマコーディングブロックに関連付けられる。上記のように、CUのサイズは、CUのルーマコーディングブロックのサイズを指すことがある。ビデオエンコーダ200及びビデオデコーダ300は、 $2N \times 2N$ 、 $2N \times N$ 、又は $N \times 2N$ のCUサイズをサポートしてもよい。

10

【0210】

【0167】 いくつかの例として、イントラブロックコピーモードコーディング、アフィンモードコーディング、及び線形モデル(LM)モードコーディングなどの他のビデオコーディング技法の場合、モード選択ユニット202は、コーディング技法に関連付けられたそれぞれのユニットを介して、符号化されている現在ブロックに対する予測ブロックを生成する。パレットモードコーディングなどのいくつかの例では、モード選択ユニット202は、予測ブロックを生成しなくてもよく、代わりに、選択されたパレットに基づいてブロックを再構成する方式を示すシンタックス要素を生成してもよい。そのようなモードでは、モード選択ユニット202は、これらのシンタックス要素を符号化されるようにエントロピー符号化ユニット220に提供し得る。

20

【0211】

【0168】 上記で説明したように、残差生成ユニット204は、現在ブロック及び対応する予測ブロックに対するビデオデータを受信する。残差生成ユニット204は次いで、現在ブロックに対する残差ブロックを生成する。残差ブロックを生成するために、残差生成ユニット204は、予測ブロックと現在ブロックとの間のサンプルごとの差分を計算する。

【0212】

【0169】 変換処理ユニット206は、変換係数のブロック(本明細書では「変換係数ブロック」と呼ばれる)を生成するために、1つ又は複数の変換を残差ブロックに適用する。変換処理ユニット206は、変換係数ブロックを形成するために、様々な変換を残差ブロックに適用し得る。例えば、変換処理ユニット206は、離散コサイン変換(DCT)、方向変換、カルーネンレーベ変換(Karhunen-Loeve transform、KLT)、又は概念的に類似の変換を残差ブロックに適用し得る。いくつかの例では、変換処理ユニット206は、複数の変換、例えば、1次変換及び回転変換などの2次変換を、残差ブロックに対して実施し得る。いくつかの例では、変換処理ユニット206は、変換を残差ブロックに適用しない。

30

【0213】

【0170】 変換処理ユニット206は、AV1に従って動作する場合、(本明細書では「変換係数ブロック」と呼ばれる)変換係数のブロックを生成するために、1つ又は複数の変換を残差ブロックに適用し得る。変換処理ユニット206は、変換係数ブロックを形成するために、様々な変換を残差ブロックに適用し得る。例えば、変換処理ユニット206は、離散コサイン変換(DCT)と、非対称離散サイン変換(asymmetric discrete sine transform、ADST)と、反転ADST(例えば、逆順におけるADST)と、恒等変換(identity transform、IDTX)とを含み得る、水平／垂直変換組み合わせを適用し得る。恒等変換を使用する場合、変換は、垂直方向又は水平方向のうちの1つにおいてスキップされる。いくつかの例では、変換処理はスキップされてもよい。

40

【0214】

【0171】 量子化ユニット208は、変換係数ブロックにおける変換係数を量子化して

50

、量子化された変換係数ブロックを生成してもよい。量子化ユニット208は、現在ブロックに関連付けられている量子化パラメータ（QP）値に従って、変換係数ブロックの変換係数を量子化し得る。ビデオエンコーダ200は（例えば、モード選択ユニット202を介して）、CUに関連付けられたQP値を調整することによって、現在ブロックに関連付けられている変換係数ブロックに適用される量子化の程度を調整し得る。量子化は情報の損失をもたらすことがあり、したがって、量子化された変換係数は、変換処理ユニット206によって生成された元の変換係数より精度が低いことがある。

【0215】

【0172】 逆量子化ユニット210及び逆変換処理ユニット212は、変換係数ブロックから残差ブロックを再構成するために、それぞれ、逆量子化及び逆変換を量子化された変換係数ブロックに適用し得る。再構成ユニット214は、再構成された残差ブロック及びモード選択ユニット202によって生成される予測ブロックに基づいて、（ある程度の歪みを伴う可能性があるが）現在ブロックに対応する再構成されたブロックを生成し得る。例えば、再構成ユニット214は、再構成されたブロックを生成するために、再構成された残差ブロックのサンプルを、モード選択ユニット202によって生成された予測ブロックからの対応するサンプルに加算し得る。

10

【0216】

【0173】 フィルタユニット216は、再構成されたブロックに対して1つ又は複数のフィルタ動作を実施し得る。例えば、フィルタユニット216は、CUのエッジに沿ったブロックネスアーチファクトを低減するためにデブロッキング動作を実施し得る。フィルタユニット216の動作は、いくつかの例では、スキップされてもよい。

20

【0217】

【0174】 フィルタユニット216は、AV1に従って動作するとき、再構成されたブロックに対して1つ又は複数のフィルタ動作を実施し得る。例えば、フィルタユニット216は、CUのエッジに沿ったブロックネスアーチファクトを低減するためにデブロッキング動作を実施し得る。他の例では、フィルタユニット216は、制約付き方向性強調フィルタ（constrained directional enhancement filter、CDEF）を適用してもよく、これは、デブロッキングの後に適用されてもよく、推定されたエッジ方向に基づく、分離不可能、非線形、ローパス方向性フィルタの適用を含み得る。フィルタユニット216はまた、ループ復元フィルタを含んでもよく、これは、CDEFの後に適用され、分離可能対称正規化ウィーナーフィルタ又はデュアル自己誘導フィルタを含み得る。

30

【0218】

【0175】 ビデオエンコーダ200は、再構成されたブロックをDPB218内に記憶する。例えば、フィルタユニット216の動作が実施されない例では、再構成ユニット214が、再構成されたブロックをDPB218内に記憶し得る。フィルタユニット216の動作が実施される例では、フィルタユニット216が、フィルタ処理された再構成されたブロックをDPB218内に記憶し得る。動き推定ユニット222及び動き補償ユニット224は、後で符号化されるピクチャのブロックをインター予測するために、再構成された（かつ、フィルタ処理された可能性のある）ブロックから形成された参照ピクチャをDPB218から取り出し得る。加えて、イントラ予測ユニット226は、現在のピクチャの中の他のブロックをイントラ予測するために、DPB218内の、現在のピクチャの再構成されたブロックを使用し得る。

40

【0219】

【0176】 概して、エントロピー符号化ユニット220は、ビデオエンコーダ200の他の機能構成要素から受信されたシンタックス要素をエントロピー符号化し得る。例えば、エントロピー符号化ユニット220は、量子化ユニット208からの量子化された変換係数ブロックをエントロピー符号化し得る。別の例として、エントロピー符号化ユニット220は、モード選択ユニット202からの予測シンタックス要素（例えば、インター予測についての動き情報又はイントラ予測についてのイントラモード情報）をエントロピー符号化し得る。エントロピー符号化ユニット220は、エントロピー符号化データを生成

50

するために、ビデオデータの別の例であるシンタックス要素に対して1つ又は複数のエントロピー符号化動作を実施し得る。例えば、エントロピー符号化ユニット220は、コンテキスト適応型可変長コーディング（context-adaptive variable length coding、CAVLC）動作、CABAC動作、可変長ー可変長（variable-to-variable、V2V）コーディング動作、シンタックスベースコンテキスト適応型バイナリ算術コーディング（syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding、SBAC）動作、確率間隔区分エントロピー（Probability Interval Partitioning Entropy、PIPE）コーディング動作、指数ゴロム符号化動作、又は別のタイプのエントロピー符号化動作を、データに対して実施し得る。いくつかの例では、エントロピー符号化ユニット220は、シンタックス要素がエントロピー符号化されないバイパスモードで動作し得る。

10

【0220】

【0177】 ビデオエンコーダ200は、スライス又はピクチャのブロックを再構成するために必要とされるエントロピー符号化シンタックス要素を含むビットストリームを出力し得る。具体的には、エントロピー符号化ユニット220がビットストリームを出力してもよい。

【0221】

【0178】 エントロピー符号化ユニット220は、AV1に従って、シンボル対シンボル適応型マルチシンボル算術コーダ（symbol-to-symbol adaptive multi-symbol arithmetic coder）として構成され得る。AV1におけるシンタックス要素はN個の要素のアルファベットを含み、コンテキスト（例えば、確率モデル）はN個の確率のセットを含む。エントロピー符号化ユニット220は、確率をnビット（例えば、15ビット）累積分布関数（cumulative distribution functions、CDFs）として記憶し得る。エントロピー符号化ユニット22は、コンテキストを更新するために、アルファベットサイズに基づく更新ファクタを用いて、再帰的スケーリングを実施し得る。

20

【0222】

【0179】 上記で説明した動作は、ブロックに関して説明されている。そのような説明は、ルーマコーディングブロック及び／又はクロマコーディングブロックに対する動作であるものとして理解されるべきである。上記で説明したように、いくつかの例では、ルーマコーディングブロック及びクロマコーディングブロックは、CUのルーマ成分及びクロマ成分である。いくつかの例では、ルーマコーディングブロック及びクロマコーディングブロックは、PUのルーマ成分及びクロマ成分である。

30

【0223】

【0180】 いくつかの例では、ルーマコーディングブロックに関して実施される動作は、クロマコーディングブロックに対して繰り返される必要はない。一例として、ルーマコーディングブロックのための動きベクトル（MV）及び参照ピクチャを識別する動作が、クロマブロックのためのMV及び参照ピクチャを識別するために繰り返される必要はない。むしろ、ルーマコーディングブロックのMVは、クロマブロックのMVを判定するためにスケーリングされてもよく、参照ピクチャは同じであってもよい。別の例として、イントラ予測プロセスは、ルーマコーディングブロック及びクロマコーディングブロックについて同じであってもよい。

40

【0224】

【0181】 ビデオエンコーダ200は、ビデオデータを記憶するように構成されたメモリと、回路に実装された1つ又は複数のプロセッサとを含み、1つ又は複数のプロセッサは、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定し、フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの1つ又は複数、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用し、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用する、ように構成されている。ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために、ビデオエンコーダ200は、

50

フィルタ処理前の再構成されたブロックのサンプル値に基づいて、フィルタのセットからフィルタを決定し、フィルタをフィルタ処理された再構成されたブロック中の対応するサンプルに適用する、ように構成され得る。

【0225】

【0182】 図18は、本開示の技法を実施し得る例示的なビデオデコーダ300を示すブロック図である。図18は、説明のために提供され、本開示で広く例示され説明される技法を限定するものではない。説明のために、本開示は、VVC（開発中のITU-T H.266）、及びHEVC（ITU-T H.265）の技法によるビデオデコーダ300について説明する。しかしながら、本開示の技法は、他のビデオコーディング規格用に構成されているビデオコーディングデバイスによって実施され得る。

【0226】

【0183】 図18の例では、ビデオデコーダ300は、コード化ピクチャバッファ（coded picture buffer、CPB）メモリ320、エントロピー復号ユニット302、予測処理ユニット304、逆量子化ユニット306、逆変換処理ユニット308、再構成ユニット310、フィルタユニット312、及び復号ピクチャバッファ（DPB）314を含む。CPBメモリ320、エントロピー復号ユニット302、予測処理ユニット304、逆量子化ユニット306、逆変換処理ユニット308、再構成ユニット310、フィルタユニット312、及びDPB314のいずれか又は全てが、1つ又は複数のプロセッサに又は処理回路に実装され得る。例えば、ビデオデコーダ300のユニットは、ハードウェア回路の一部としての1つ又は複数の回路若しくは論理要素として、又はプロセッサ、ASIC、若しくはFPGAの一部として実装され得る。その上、ビデオデコーダ300は、これらの及び他の機能を実施する追加又は代替のプロセッサ又は処理回路を含んでもよい。

【0227】

【0184】 予測処理ユニット304は、動き補償ユニット316及びイントラ予測ユニット318を含む。予測処理ユニット304は、他の予測モードに従って予測を実施する追加のユニットを含み得る。例として、予測処理ユニット304は、パレットユニット、（動き補償ユニット316の一部を形成し得る）イントラブロックコピーユニット、アフィンユニット、線形モデル（LM）ユニットなどを含んでもよい。他の例では、ビデオデコーダ300は、より多い、より少ない、又は異なる機能構成要素を含んでもよい。

【0228】

【0185】 動き補償ユニット316は、AV1に従って動作するとき、上記で説明したように、並進動き補償、アフィン動き補償、OBMC、及び／又は合成インターイントラ予測を使用して、ビデオデータのコーディングブロック（例えば、ルーマコーディングブロックとクロマコーディングブロックの両方）を復号するように構成され得る。イントラ予測ユニット318は、上記で説明されたように、方向性イントラ予測、非方向性イントラ予測、再帰的フィルタイントラ予測、CFL、イントラブロックコピー（IBC）、及び／又はカラーパレットモードを使用して、ビデオデータのコーディングブロック（例えば、ルーマコーディングブロックとクロマコーディングブロックの両方）を復号するように構成され得る。

【0229】

【0186】 CPBメモリ320は、ビデオデコーダ300の構成要素によって復号されるべき符号化ビデオビットストリームなどのビデオデータを記憶してもよい。CPBメモリ320内に記憶されたビデオデータは、例えば、コンピュータ可読媒体110（図1）から取得され得る。CPBメモリ320は、符号化ビデオビットストリームからの符号化ビデオデータ（例えば、シンタックス要素）を記憶するCPBを含み得る。また、CPBメモリ320は、ビデオデコーダ300の様々なユニットからの出力を表す一時的なデータなど、コード化ピクチャのシンタックス要素以外のビデオデータを記憶し得る。DPB314は、概して、符号化ビデオビットストリームの後続のデータ又はピクチャを復号するときにビデオデコーダ300が参照ビデオデータとして出力及び／又は使用し得る復号

ピクチャを記憶する。CPBメモリ320及びDPB314は、SDRAM、MRAM、RRAM、又は他のタイプのメモリデバイスを含む、DRAMなどの様々なメモリデバイスのいずれかによって形成され得る。CPBメモリ320及びDPB314は、同じメモリデバイス又は別個のメモリデバイスによって提供され得る。様々な例では、CPBメモリ320は、ビデオデコーダ300の他の構成要素とともにオンチップであってもよく、又はそれらの構成要素に対してオフチップであってもよい。

【0230】

【0187】 追加又は代替として、いくつかの例では、ビデオデコーダ300は、メモリ120（図1）からのコード化ビデオデータを取り出し得る。すなわち、メモリ120は、CPBメモリ320について上記で論じたようなデータを記憶し得る。同様に、メモリ120は、ビデオデコーダ300の機能のうちのいくつか又は全てがビデオデコーダ300の処理回路によって実行されるべきソフトウェアにおいて実装されるとき、ビデオデコーダ300によって実行されるべき命令を記憶し得る。

10

【0231】

【0188】 図18に示される様々なユニットは、ビデオデコーダ300によって実施される動作を理解する助けとなるように示されている。ユニットは、固定機能回路、プログラマブル回路、又はそれらの組み合わせとして実装され得る。図17と同様に、固定機能回路は、特定の機能を提供する回路を指し、実施され得る動作が事前に設定されている。プログラマブル回路は、様々なタスクを実施するようにプログラムされ得る回路を指し、実施され得る動作においてフレキシブルな機能を提供する。例えば、プログラマブル回路は、ソフトウェア又はファームウェアの命令によって定義される方式でプログラマブル回路を動作させるソフトウェア又はファームウェアを実行し得る。固定機能回路は（例えば、パラメータを受信するか又はパラメータを出力する）ソフトウェア命令を実行し得るが、固定機能回路が実施する動作のタイプは一般に不変である。いくつかの例では、ユニットのうちの1つ又は複数は、異なる回路ブロック（固定機能又はプログラマブル）であってもよく、いくつかの例では、ユニットのうちの1つ又は複数是集積回路であってもよい。

20

【0232】

【0189】 ビデオデコーダ300は、ALU、EFU、デジタル回路、アナログ回路、及び／又は、プログラマブル回路から形成されるプログラマブルコアを含み得る。ビデオデコーダ300の動作が、プログラマブル回路上で実行するソフトウェアによって実施される例では、オンチップメモリ又はオフチップメモリが、ビデオデコーダ300が受信及び実行するソフトウェアの命令（例えば、オブジェクトコード）を記憶してもよい。

30

【0233】

【0190】 エントロピー復号ユニット302は、シンタックス要素を再生するために、符号化ビデオデータをCPBから受信し、ビデオデータをエントロピー復号してもよい。予測処理ユニット304、逆量子化ユニット306、逆変換処理ユニット308、再構成ユニット310、及びフィルタユニット312は、ビットストリームから抽出されたシンタックス要素に基づいて、復号されたビデオデータを生成し得る。

【0234】

【0191】 概して、ビデオデコーダ300は、ブロックごとにピクチャを再構成する。ビデオデコーダ300は、各ブロックに対して再構成動作を個別に実施し得る（現在再構成されているブロック、すなわち復号されているブロックは、「現在ブロック」と呼ばれることがある）。

40

【0235】

【0192】 エントロピー復号ユニット302は、量子化された変換係数ブロックの量子化された変換係数、並びに量子化パラメータ（QP）及び／又は変換モード指示（単数又は複数）などの変換情報を定義する、シンタックス要素をエントロピー復号してもよい。逆量子化ユニット306は、量子化の程度、及び同様に逆量子化ユニット306が適用すべき逆量子化の程度を判定するために、量子化された変換係数ブロックに関連付けられて

50

いるQPを使用してもよい。逆量子化ユニット306は、例えば、量子化された変換係数を逆量子化するために、ビットごとの左シフト演算を実施してもよい。それによって、逆量子化ユニット306は、変換係数を含む変換係数ブロックを形成し得る。

【0236】

【0193】 逆量子化ユニット306が変換係数ブロックを形成した後、逆変換処理ユニット308は、現在ブロックに関連付けられている残差ブロックを生成するために、変換係数ブロックに1つ又は複数の逆変換を適用し得る。例えば、逆変換処理ユニット308は、逆DCT、逆整数変換、逆カルーネンレーベ変換(KLT)、逆回転変換、逆方向変換、又は別の逆変換を変換係数ブロックに適用し得る。

【0237】

【0194】 更に、予測処理ユニット304は、エントロピー復号ユニット302によってエントロピー復号された予測情報シンタックス要素に従って予測ブロックを生成する。例えば、現在ブロックがインター予測されることを予測情報シンタックス要素が示す場合、動き補償ユニット316は、予測ブロックを生成し得る。この場合、予測情報シンタックス要素は、参照ブロックをそこから取り出すべきDPB314内の参照ピクチャ、並びに、現在のピクチャ内の現在ブロックのロケーションに対する参照ピクチャ内の参照ブロックのロケーションを識別する動きベクトルを示し得る。動き補償ユニット316は、概して、動き補償ユニット224(図17)に関して説明した方式と実質的に類似の方式で、インター予測プロセスを実施することができる。

【0238】

【0195】 別の例として、現在ブロックがイントラ予測されることを予測情報シンタックス要素が示す場合、イントラ予測ユニット318は、予測情報シンタックス要素によって示されるイントラ予測モードに従って、予測ブロックを生成し得る。この場合も、イントラ予測ユニット318は、概して、イントラ予測ユニット226(図17)に関して説明した方式と実質的に類似の方式で、イントラ予測プロセスを実施することができる。イントラ予測ユニット318は、現在ブロックに対する隣接サンプルのデータをDPB314から取り出し得る。

【0239】

【0196】 再構成ユニット310は、予測ブロック及び残差ブロックを使用して現在ブロックを再構成し得る。例えば、再構成ユニット310は、現在ブロックを再構成するために、予測ブロックの対応するサンプルに残差ブロックのサンプルを加算し得る。

【0240】

【0197】 フィルタユニット312は、再構成されたブロックに対して1つ又は複数のフィルタ動作を実施し得る。例えば、フィルタユニット312は、再構成されたブロックのエッジに沿ったブロックネスアーチファクトを低減するために、デブロック動作を実施してもよい。フィルタユニット312の動作は、必ずしも全ての例において実施されるとは限らない。

【0241】

【0198】 ビデオデコーダ300は、再構成されたブロックをDPB314内に記憶してもよい。例えば、フィルタユニット312の動作が実施されない例では、再構成ユニット310が、再構成されたブロックをDPB314に記憶し得る。フィルタユニット312の動作が実施される例では、フィルタユニット312が、フィルタ処理された再構成されたブロックをDPB314に記憶し得る。上記で説明したように、DPB314は、イントラ予測用の現在のピクチャ及び後続の動き補償用の前に復号されたピクチャのサンプルなどの参照情報を、予測処理ユニット304に提供してもよい。更に、ビデオデコーダ300は、図1の表示デバイス118などの表示デバイス上に後で表示するために復号されたピクチャ(例えば、復号されたビデオ)をDPB314から出力し得る。

【0242】

【0199】 このようにして、ビデオデコーダ300は、ビデオデータを記憶するように構成されたメモリと、回路に実装された1つ又は複数のプロセッサとを含むビデオ復号

10

20

30

40

50

デバイスの一例を表し、1つ又は複数のプロセッサは、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定し、フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの1つ又は複数を、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用し、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用する、ように構成されている。ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために、ビデオデコーダ300は、フィルタ処理前の再構成されたブロックのサンプル値に基づいて、フィルタのセットからフィルタを決定し、フィルタをフィルタ処理された再構成されたブロック中の対応するサンプルに適用する、ように構成され得る。

10

【0243】

【0200】 図19は、図18のフィルタユニット312の例示的な実装形態を示す。図17のフィルタユニット216は、実質的に同様の方法で実装され得る。フィルタユニット216及び312は、場合によっては、ビデオエンコーダ200又はビデオデコーダ300の他の構成要素と連携して、本開示の技法を実施し得る。図19の例では、フィルタユニット312は、デブロッキングフィルタ342、SAOフィルタ344、及びALFユニット346を含む。SAOフィルタ344は、例えば、本開示で説明される方法で、ブロックのサンプルに対するオフセット値を決定するように構成され得る。ALFユニット346は、同様に、本開示で説明する方法で、ビデオデータのブロックをフィルタ処理し得る。

20

【0244】

【0201】 フィルタユニット312は、もっと少数のフィルタを含んでよく、及び／又は追加のフィルタを含んでよい。加えて、図19に示される特定のフィルタは、異なる順序で実装され得る。ピクセル遷移を平滑化するために、又はビデオ品質を他の方法で改善するために、(コーディンググループの中又はコーディンググループの後のいずれかの)他のループフィルタも使用され得る。フィルタユニット312によって出力されたフィルタ処理された再構成ビデオブロックは、その後の動き補償のために使用される参照ピクチャを記憶するDPB314に記憶され得る。DPB314は、図1のディスプレイデバイス118など、表示デバイス上に後で提示するための復号ビデオを記憶する追加メモリの一部であり得るか、又は追加メモリとは別個であり得る。

30

【0245】

【0202】 本開示の技法によれば、フィルタユニット312は、例えば、再構成ユニット310からビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを受信するように構成され得る。フィルタユニット312は、フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ(例えば、デブロッキングフィルタ342)又はサンプル適応オフセットフィルタ(例えば、SAO344)のうちの1つ又は複数を、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用し得る。ALF346は、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、フィルタ処理された再構成されたブロックのサンプルを調整するように構成され得る。例えば、ALF346は、フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定するように構成され得る。ALF346は、例えば、上記の式(23)に従って異なる値を決定し得る。次いで、ALF345は、サンプル修正値を決定するために、フィルタを差分値に適用し得る。サンプル修正値は、例えば、上記の式(25)における項

40

【0246】

【数34】

$$\left(\sum_{i=N_0}^{N_0+N_d-1} c_i d_i \right)$$

【0247】

50

に対応し得る。A L F 3 4 6 は、サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定し得る。A L F 3 4 6 は、例えば、D P B 3 1 4 に、及び／又は表示のために、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを含むビデオデータのピクチャを出力し得る。

【0248】

【0203】 図20は、本開示の技法による、現在ブロックを符号化するための例示的なプロセスを示すフローチャートである。現在ブロックは、現在のC Uを含み得る。ビデオエンコーダ200（図1及び図18）に関して説明されるが、他のデバイスが図20のプロセスと類似のプロセスを実施するように構成され得ることを理解されたい。

【0249】

【0204】 この例では、ビデオエンコーダ200は、現在ブロックを最初に予測する（350）。例えば、ビデオエンコーダ200は、現在ブロックに対する予測ブロックを形成し得る。ビデオエンコーダ200は、次いで、現在ブロックに対する残差ブロックを計算し得る（352）。残差ブロックを計算するために、ビデオエンコーダ200は、元の符号化されていないブロックと現在ブロックに対する予測ブロックとの間の差分を計算し得る。ビデオエンコーダ200は、次いで、残差ブロックを変換し、残差ブロックの変換係数を量子化し得る（354）。次に、ビデオエンコーダ200は、残差ブロックの量子化された変換係数を走査し得る（356）。走査中に又は走査に続いて、ビデオエンコーダ200は、変換係数をエントロピー符号化し得る（358）。例えば、ビデオエンコーダ200は、C A V L C 又はC A B A C を使用して変換係数を符号化し得る。ビデオエンコーダ200は、次いで、ブロックのエントロピー符号化されたデータを出力し得る（360）。

【0250】

【0205】 図21は、本開示の技法による、ビデオデータの現在ブロックを復号するための例示的なプロセスを示すフローチャートである。現在ブロックは、現在のC Uを含み得る。ビデオデコーダ300（図1及び図19）に関して説明されるが、他のデバイスが図21のプロセスと類似のプロセスを実施するように構成され得ることを理解されたい。

【0251】

【0206】 ビデオデコーダ300は、エントロピー符号化された予測情報及び現在ブロックに対応する残差ブロックの変換係数についてのエントロピー符号化されたデータなど、現在ブロックに対してエントロピー符号化されたデータを受信し得る（370）。ビデオデコーダ300は、現在ブロックに対する予測情報を判定し、残差ブロックの変換係数を再生するために、エントロピー符号化されたデータをエントロピー復号し得る（372）。ビデオデコーダ300は、現在ブロックに対する予測ブロックを計算するために、例えば、現在ブロックについての予測情報によって示されるイントラ予測モード又はインター予測モードを使用して、現在ブロックを予測し得る（374）。ビデオデコーダ300は、次いで、量子化された変換係数のブロックを生成するために、再生された変換係数を逆走査し得る（376）。ビデオデコーダ300は、次いで、残差ブロックを生成するために、変換係数を逆量子化し、変換係数に逆変換を適用し得る（378）。ビデオデコーダ300は、予測ブロックと残差ブロックとを組み合わせることによって、現在ブロックを最終的に復号し得る（380）。

【0252】

【0207】 図22は、本開示の技法による、ビデオデータの現在ブロックを復号するための例示的なプロセスを示すフローチャートである。ビデオデコーダ300（図1及び図18）に関して説明されるが、他のデバイスが図20のプロセスと類似のプロセスを実施するように構成され得ることを理解されたい。例えば、フィルタユニット216を含むビデオエンコーダ200のビデオ復号ループは、図22の技法を実施し得る。

【0253】

【0208】 図22の例では、ビデオデコーダ300は、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定する（800）。ビデオデコーダ300は、フィルタ処理

された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの1つ又は複数を、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用する（802）。ビデオデコーダ300は、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ（ALF）をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用する（804）。ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために、ビデオデコーダ300は、フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定する（806）。フィルタ処理前の隣接サンプルの値は、例えば、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの一方又は両方が隣接サンプルに適用される前の隣接サンプルの値であり得る。

10

【0254】

【0209】 ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用すること（804）の一部として、ビデオデコーダ300はまた、サンプル修正値を決定するために、フィルタを差分値に適用する（808）。ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用すること（804）の一部として、ビデオデコーダ300はまた、サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定する（810）。

【0255】

【0210】 ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用すること（804）の一部として、ビデオデコーダ300は、第1の段階のALFを現在のサンプルに追加的に適用し得る。第1の段階のALFを適用するために、ビデオデコーダ300は、現在のサンプルについて第1のクラスインデックスを決定し、第1のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第1のセットからフィルタを選択し、第1の中間サンプル値を決定するために、フィルタの第1のセットからのフィルタを再構成されたサンプルに適用し得る。ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用すること（804）の一部として、ビデオデコーダ300は、第2の段階のALFを現在のサンプルに追加的に適用し得る。第2の段階のALFを現在のサンプルに適用するために、ビデオデコーダ300は、現在のサンプルについて第2のクラスインデックスを決定し、第2のクラスインデックスに基づいてフィルタの第2のセットから第2のフィルタを選択し、第2のサンプル修正値を決定するために、第2のフィルタを現在のサンプルに適用し、第1の中間サンプル値に基づいて第3のサンプル修正値を決定し、サンプル修正値、第2のサンプル修正値、及び第3のサンプル修正値に基づいて最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定し得る。サンプル修正値、第2のサンプル修正値、及び第3のサンプル修正値は、例えば、上記の式25中の3つの総和項に対応し得る。

20

30

【0256】

【0211】 ビデオデコーダ300は、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を含むビデオデータの復号ピクチャを出力し得る（812）。ビデオデコーダ300は、後続のピクチャを復号する際に使用するためにピクチャを復号ピクチャバッファに記憶することによって、後で表示するために復号ピクチャを記憶媒体に記憶することによって、又はリアルタイム若しくはほぼリアルタイムで表示するために復号ピクチャを表示デバイスに出力することによって、復号ピクチャを出力し得る。図22の技法がビデオエンコーダによって実施される事例では、ビデオエンコーダは、例えば、後続のピクチャを符号化する際に使用するためにピクチャを復号ピクチャバッファに記憶することによって、復号ピクチャを出力し得る。

40

【0257】

【0212】 以下の番号付き条項は、本開示で説明されるデバイス及び技法の1つ又は複数の態様を例示する。

【0258】

【0213】 条項1A：ビデオデータを復号する方法であって、方法は、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定することと、フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフ

50

フィルタのうちの1つ又は複数を、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用することと、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ（ALF）をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用することと、を含み、ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用することは、フィルタ処理前の再構成されたブロックのサンプル値に基づいて、フィルタのセットからフィルタを決定することと、フィルタをフィルタ処理された再構成されたブロック中の対応するサンプルに適用することと、を含む、方法。

【0259】

【0214】 条項2A：フィルタ処理前の再構成されたブロックのサンプル値に基づいて、フィルタのセットからフィルタを決定することは、サンプル値についてのアクティビティ及び方向のうちの一方又は両方に基づいて、フィルタのセットからフィルタを決定すること、を含む、条項1Aに記載の方法。

10

【0260】

【0215】 条項3A：フィルタ処理前の再構成されたブロックのサンプル値に基づいて、フィルタのセットからフィルタを決定することは、フィルタ処理前の再構成されたブロックのサンプル値及びフィルタ処理された再構成されたブロックの対応するサンプル値に基づいて、フィルタのセットからフィルタを決定すること、を含む、条項1A又は2Aに記載の方法。

【0261】

【0216】 条項4A：シグナリングを受信することを更に含み、シグナリングは、フィルタが、フィルタ処理前の再構成されたブロックのサンプル値、フィルタ処理された再構成されたブロックの対応するサンプル値、又はフィルタ処理前の再構成されたブロックのサンプル値及びフィルタ処理された再構成されたブロックの対応するサンプル値の両方に基づいて、フィルタのセットから決定されるかどうかを示す、条項1A～3Aのいずれかに記載の方法。

20

【0262】

【0217】 条項5A：ビデオデータを復号する方法であって、方法は、第1の段階の適応ループフィルタ（ALF）を再構成されたブロックのフィルタ処理された再構成されたサンプルに適用することであって、対応するフィルタ処理前の再構成されたサンプルの値に基づいて、フィルタ処理された再構成されたサンプルについて第1のクラスインデックスを決定すること、第1のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第1のセットからフィルタを選択すること、及び第1の中間サンプル値を決定するために、フィルタの第1のセットからのフィルタをフィルタ処理された再構成されたサンプルに適用すること、を含む、第1の段階のALFを適用することと、第2の段階のALFをフィルタ処理された再構成されたサンプルに適用することであって、フィルタ処理前の再構成されたサンプルに基づいて、フィルタ処理された再構成されたサンプルについて第2のクラスインデックスを決定すること、第2のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第2のセットから第2のフィルタを選択すること、第1のサンプル修正値を決定するために、第2のフィルタをフィルタ処理された再構成されたサンプルに適用すること、第1の中間サンプル値に基づいて、第2のサンプル修正値を決定すること、を含む、第2の段階のALFを適用することと、フィルタ処理された再構成されたサンプル、第1のサンプル修正値、及び第2のサンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理された再構成されたサンプルを決定することと、を含む、方法。

30

40

【0263】

【0218】 条項6A：フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定するために、デブロッキングフィルタをフィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用すること、を更に含む、条項5Aに記載の方法。

【0264】

【0219】 条項7A：フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定するために、サンプル適応オフセットフィルタをフィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用すること

50

、を更に含む、条項 5 A に記載の方法。

【0265】

【0220】 条項 8 A：フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定するために、デブロッキングフィルタ及びサンプル適応オフセットフィルタをフィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用すること、を更に含む、条項 5 A に記載の方法。

【0266】

【0221】 条項 9 A：フィルタの第 1 のセットは固定フィルタを含む、条項 5 A ～ 8 A のいずれかに記載の方法。

【0267】

【0222】 条項 10 A：フィルタの第 2 のセットは、ビデオデータ中でシグナリングされたシンタックスに基づいて決定されたシグナリングフィルタを含む、条項 5 A ～ 9 A のいずれかに記載の方法。

【0268】

【0223】 条項 11 A：第 1 のクラスインデックスを決定することは、事前に再構成されたサンプルについてアクティビティ値を決定することと、事前に再構成されたサンプルについて方向を決定することと、アクティビティ値と方向とに基づいて第 1 のクラスインデックスを決定することと、を含む、条項 5 A ～ 10 A のいずれかに記載の方法。

【0269】

【0224】 条項 12 A：方向を決定することは、56 個の値のうちの 1 つを方向に割り当てることを含む、条項 11 A に記載の方法。

【0270】

【0225】 条項 13 A：フィルタの第 1 のセットは、9×9 ダイヤモンド形状フィルタを含む、条項 5 A ～ 12 A のいずれかに記載の方法。

【0271】

【0226】 条項 14 A：フィルタ処理された再構成されたサンプル、第 1 のサンプル修正値、及び第 2 のサンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理された再構成されたサンプルを決定することは、第 1 のサンプル修正値及び第 2 のサンプル修正値をフィルタ処理された再構成されたサンプルに加算することを含む、条項 5 A ～ 13 A のいずれかに記載の方法。

【0272】

【0227】 条項 15 A：第 1 の中間サンプル値に基づいて第 2 のサンプル修正値を決定することは、クリッピングされたサンプル修正値を決定するために、第 2 のサンプル修正値をクリッピングすることと、第 1 のサンプル修正値及びクリッピングされたサンプル修正値を、フィルタ処理された再構成されたサンプルに加算することと、を含む、条項 5 A ～ 13 A のいずれかに記載の方法。

【0273】

【0228】 条項 16 A：ビデオデータ中で、クリッピングされたサンプル修正値を受信すること、を更に含む、条項 15 A に記載の方法。

【0274】

【0229】 条項 17 A：第 1 の中間サンプル値に基づいて第 2 のサンプル修正値を決定することは、フィルタ処理された再構成されたサンプルと第 1 の中間サンプル値との間の差分を決定すること、を含む、条項 5 A ～ 16 A のいずれかに記載の方法。

【0275】

【0230】 条項 18 A：再構成されたブロックの量子化パラメータに基づいて、固定フィルタの複数のセットからフィルタの第 1 のセットを選択すること、を更に含む、条項 5 A ～ 17 A のいずれかに記載の方法。

【0276】

【0231】 条項 19 A：第 1 の段階の ALF を適用することは、フィルタ処理前の再構成されたサンプルについて第 3 のクラスインデックスを決定することと、第 3 のクラスインデックスに基づいてフィルタの第 2 のセットから第 3 のフィルタを選択することと、第

10

20

30

40

50

2 の中間サンプル値を決定するために、フィルタの第 2 のセットからの第 3 のフィルタをフィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用することと、を更に含み、第 2 の段階の A L F をフィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用することは、第 1 の中間サンプル値及び第 2 の中間サンプル値に基づいて、第 2 のサンプル修正値を決定すること、を更に含む、条項 5 A ～ 1 8 A のいずれかに記載の方法。

【 0 2 7 7 】

【 0 2 3 2 】 条項 2 0 A : フィルタ処理前の再構成されたサンプルを決定するために、予測サンプル値を残差サンプル値に加算すること、を更に含む、条項 5 A ～ 1 9 A のいずれかに記載の方法。

【 0 2 7 8 】

【 0 2 3 3 】 条項 2 1 A : フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの一方又は両方を、予測サンプル値と残差サンプル値との和に適用すること、を更に含む、条項 2 0 A に記載の方法。

【 0 2 7 9 】

【 0 2 3 4 】 条項 2 2 A : ビデオデータの復号ピクチャを出力することを更に含み、復号ピクチャは、最終的なフィルタ処理された再構成されたサンプルを備える、条項 5 A ～ 2 1 A のいずれかに記載の方法。

【 0 2 8 0 】

【 0 2 3 5 】 条項 2 3 A : ビデオデータを復号する方法であって、方法は、第 1 の段階の適応ループフィルタ (A L F) を再構成されたブロックのフィルタ処理された再構成されたサンプルに適用することであって、対応するフィルタ処理前の再構成されたサンプルの値に基づいて、フィルタ処理された再構成されたサンプルについて第 1 のクラスインデックスを決定すること、第 1 のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第 1 のセットから第 1 のフィルタを選択すること、第 1 の中間サンプル値を決定するために、フィルタの第 1 のセットからの第 1 のフィルタをフィルタ処理された再構成されたサンプルに適用すること、対応するフィルタ処理前の再構成されたサンプルの値に基づいて、フィルタ処理された再構成されたサンプルについて第 2 のクラスインデックスを決定すること、第 2 のクラスインデックスに基づいてフィルタの第 2 のセットから第 2 のフィルタを選択すること、及び第 2 の中間サンプル値を決定するために、フィルタの第 2 のセットからの第 2 のフィルタをフィルタ処理された再構成されたサンプルに適用すること、を含む、第 1 の段階の A L F を適用することと、第 2 の段階の A L F をフィルタ処理された再構成されたサンプル並びに第 1 及び第 2 の中間サンプル値に適用することであって、対応するフィルタ処理前の再構成されたサンプルに基づいて、フィルタ処理された再構成されたサンプルについて第 3 のクラスインデックスを決定すること、第 3 のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第 3 のセットから第 3 のフィルタを選択すること、第 3 のサンプル修正値を決定するために、第 3 のフィルタを、フィルタ処理された再構成されたサンプル並びに第 1 及び第 2 の中間サンプル値に適用すること、を含む、第 2 の段階の A L F を適用することと、フィルタ処理された再構成されたサンプル、第 1 の中間値、及び第 2 の中間値、並びに第 3 のサンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理された再構成されたサンプルを決定することと、を含む、方法。

【 0 2 8 1 】

【 0 2 3 6 】 条項 2 4 A : 復号方法は、ビデオ符号化プロセスの一部として実施される、条項 1 A ～ 2 3 A のいずれかに記載の方法。

【 0 2 8 2 】

【 0 2 3 7 】 条項 2 5 A : ビデオデータをコーディングするためのデバイスであって、デバイスが、条項 1 A ～ 2 4 A のいずれかに記載の方法を実施するための 1 つ又は複数の手段を備える、デバイス。

【 0 2 8 3 】

【 0 2 3 8 】 条項 2 6 A : 1 つ又は複数の手段は、回路に実装された 1 つ又は複数のプロ

セッサを含む、条項 2 1 A に記載のデバイス。

【0284】

【0239】 条項 2 7 A : ビデオデータを記憶するメモリを更に備える、条項 2 5 A 又は 2 6 A に記載のデバイス。条項 2 8 A : 復号されたビデオデータを表示するように構成されたディスプレイを更に備える、条項 2 5 A ~ 2 7 A のいずれかに記載のデバイス。

【0285】

【0240】 条項 2 9 A : デバイスが、カメラ、コンピュータ、モバイルデバイス、ブロードキャスト受信機デバイス、又はセットトップボックスのうちの 1 つ又は複数を備える、条項 2 5 A ~ 2 8 A のいずれかに記載のデバイス。

【0286】

【0241】 条項 3 0 A : デバイスが、ビデオデコーダを備える、条項 2 5 A ~ 2 9 A のいずれかに記載のデバイス。

【0287】

【0242】 条項 3 1 A : デバイスが、ビデオエンコーダを備える、条項 2 5 A ~ 3 0 A のいずれかに記載のデバイス。

【0288】

【0243】 条項 3 2 A : 実行されたとき、条項 1 A ~ 2 4 A のいずれかに記載の方法を 1 つ又は複数のプロセッサに実施させる命令を記憶した、コンピュータ可読記憶媒体。

【0289】

【0244】 条項 1 B : ビデオデータを復号する方法であって、方法は、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定することと、フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの 1 つ又は複数を、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用することと、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ (ALF) をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用することと、を含み、ALF をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用することは、フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定することと、サンプル修正値を決定するために、フィルタを差分値に適用することと、サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、を含む、方法。

【0290】

【0245】 条項 2 B : 現在のサンプルの値とフィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定することは、差分値を差分に等しく設定することを含む、条項 1 B に記載の方法。

【0291】

【0246】 条項 3 B : 現在のサンプルの値とフィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて差分値を決定することは、現在のサンプルの値とフィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分が最大値よりも大きいことに応答して、差分値を最大値に等しく設定することを含む、条項 1 B に記載の方法。

【0292】

【0247】 条項 4 B : ALF をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用することは、現在のサンプルについてクラスインデックスを決定することと、クラスインデックスに基づいてフィルタを選択することと、第 2 のサンプル修正値を決定するために、選択されたフィルタを現在のサンプルに適用することと、サンプル修正値及び第 2 のサンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、を更に含む、条項 1 B ~ 3 B のいずれかに記載の方法。

【0293】

【0248】 条項 5 B : 現在のサンプルについてアクティビティメトリックを決定することと、現在のサンプルについて方向メトリックを決定することと、アクティビティメトリック及び方向メトリックに基づいて、クラスインデックスを決定することと、を更に含む

10

20

30

40

50

、条項 4 B に記載の方法。

【0294】

【0249】 条項 6 B：選択されたフィルタを現在のサンプルに適用することは、選択されたフィルタの係数に、対応するフィルタサポート位置の値を乗算することを含み、対応するフィルタサポート位置は、フィルタ処理された再構成されたブロックのサンプルの値を含む、条項 4 B 又は 5 B に記載の方法。

【0295】

【0250】 条項 7 B：第 1 の段階の適応ループフィルタ (A L F) を現在のサンプルに適用することであって、第 1 の段階の A L F を適用することは、現在のサンプルについてクラスインデックスを決定すること、クラスインデックスに基づいてフィルタのセットからフィルタを選択すること、及び中間サンプル値を決定するために、フィルタのセットからのフィルタを再構成されたサンプルに適用すること、を含む、適用することと、第 2 の段階の A L F を現在のサンプルに適用することであって、第 2 の段階の A L F を適用することは、第 2 のクラスインデックスに基づいてフィルタの第 2 のセットから第 2 のフィルタを選択すること、及び第 2 のサンプル修正値を決定するために、第 2 のフィルタを中間サンプル値に適用すること、を含む、適用することと、サンプル修正値及び第 2 のサンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、を更に含む、条項 1 B ～ 6 B のいずれかに記載の方法。

【0296】

【0251】 条項 8 B：第 1 の段階の適応ループフィルタ (A L F) を現在のサンプルに適用することであって、第 1 の段階の A L F を適用することは、現在のサンプルについて第 1 のクラスインデックスを決定すること、第 1 のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第 1 のセットからフィルタを選択すること、及び第 1 の中間サンプル値を決定するために、フィルタの第 1 のセットからのフィルタを再構成されたサンプルに適用すること、を含む、適用することと、第 2 の段階の A L F を現在のサンプルに適用することであって、第 2 の段階の A L F を適用することは、現在のサンプルについて第 2 のクラスインデックスを決定すること、第 2 のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第 2 のセットから第 2 のフィルタを選択すること、第 2 のサンプル修正値を決定するために、第 2 のフィルタを現在のサンプルに適用すること、第 1 の中間サンプル値に基づいて、第 3 のサンプル修正値を決定すること、を含む、適用することと、サンプル修正値、第 2 のサンプル修正値、及び第 3 のサンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、を更に含む、条項 1 B ～ 6 B のいずれかに記載の方法。

【0297】

【0252】 条項 9 B：サンプル修正値、第 2 のサンプル修正値、及び第 3 のサンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することは、サンプル修正値、第 2 のサンプル修正値、及び第 3 のサンプル修正値を、現在のサンプルに加算すること、を含む、条項 8 B に記載の方法。

【0298】

【0253】 条項 10 B：フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの 1 つ又は複数を、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用することは、フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定するために、デブロッキングフィルタを、フィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用すること、を含む、条項 1 B ～ 9 B のいずれかに記載の方法。

【0299】

【0254】 条項 11 B：フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの 1 つ又は複数を、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用することは、フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定するために、デブロッキングフィルタ及びサンプル適応オフセットフィルタを、フィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用すること、を含む、条項 1 B ～ 9 B のいずれかに記載の方法。

【0300】

【0255】 条項 12B：フィルタ処理前の隣接サンプルの値は、デブロックフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうち的一方又は両方が隣接サンプルに適用される前の隣接サンプルの値を含む、条項 1B～11Bのいずれかに記載の方法。

【0301】

【0256】 条項 13B：最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを含むビデオデータのピクチャを出力すること、を更に含む、条項 1B～12Bのいずれかに記載の方法。

【0302】

【0257】 条項 14B：復号する方法は、ビデオ符号化プロセスの一部として実施される、条項 1B～13Bのいずれかに記載の方法。

【0303】

【0258】 条項 15B：ビデオデータを復号するためのデバイスであって、デバイスが、ビデオデータを記憶するように構成されたメモリと、回路に実装された1つ又は複数のプロセッサとを備え、1つ又は複数のプロセッサは、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定し、フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロックフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうち1つ又は複数、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用し、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ（ALF）をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用する、ように構成されており、ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために、1つ又は複数のプロセッサは、フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定し、サンプル修正値を決定するために、フィルタを差分値に適用し、サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定する、ように更に構成されている、デバイス。

【0304】

【0259】 条項 16B：現在のサンプルの値とフィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定するために、1つ又は複数のプロセッサは、差分値を差分に等しく設定する、ように更に構成されている、条項 15Bに記載のデバイス。

【0305】

【0260】 条項 17B：現在のサンプルの値とフィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定するために、1つ又は複数のプロセッサは、現在のサンプルの値とフィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分が最大値よりも大きいことに応答して、差分値を最大値に等しく設定する、ように更に構成されている、条項 15Bに記載のデバイス。

【0306】

【0261】 条項 18B：ALFをフィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために更に、1つ又は複数のプロセッサは、現在のサンプルについてクラスインデックスを決定し、クラスインデックスに基づいてフィルタを選択し、第2のサンプル修正値を決定するために、選択されたフィルタを現在のサンプルに適用し、サンプル修正値及び第2のサンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定する、ように更に構成されている、条項 15B～17Bのいずれかに記載のデバイス。

【0307】

【0262】 条項 19B：1つ又は複数のプロセッサは、現在のサンプルについてアクティビティメトリックを決定し、現在のサンプルについて方向メトリックを決定し、アクティビティメトリック及び方向メトリックに基づいて、クラスインデックスを決定する、ように更に構成されている、条項 18Bに記載のデバイス。

【0308】

【0263】 条項 20B：選択されたフィルタを現在のサンプルに適用するために、1つ又は複数のプロセッサは、選択されたフィルタの係数に、対応するフィルタサポート位置

10

20

30

40

50

の値を乗算するように更に構成されており、対応するフィルタサポート位置は、フィルタ処理された再構成されたブロックのサンプルの値を含む、条項 18 B 又は 19 B に記載のデバイス。

【0309】

【0264】 条項 21 B：1つ又は複数のプロセッサは、第1の段階の適応ループフィルタ（ALF）を現在のサンプルに適用することであって、第1の段階のALFを適用するために、1つ又は複数のプロセッサは、現在のサンプルについてクラスインデックスを決定し、クラスインデックスに基づいてフィルタのセットからフィルタを選択し、中間サンプル値を決定するために、フィルタのセットからのフィルタを再構成されたサンプルに適用する、ように更に構成されている、適用することと、第2の段階のALFを現在のサンプルに適用することであって、第2の段階のALFを適用するために、1つ又は複数のプロセッサは、第2のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第2のセットから第2のフィルタを選択し、第2のサンプル修正値を決定するために、第2のフィルタを中間サンプル値に適用する、ように更に構成されている、適用することと、サンプル修正値と第2のサンプル修正値とに基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、を行うように更に構成されている、条項 15 B～20 B のいずれかに記載のデバイス。

10

【0310】

【0265】 条項 22 B：1つ又は複数のプロセッサは、第1の段階の適応ループフィルタ（ALF）を現在のサンプルに適用することであって、第1の段階のALFを適用するために、1つ又は複数のプロセッサは、現在のサンプルについて第1のクラスインデックスを決定し、第1のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第1のセットからフィルタを選択し、第1の中間サンプル値を決定するために、フィルタの第1のセットからのフィルタを再構成されたサンプルに適用する、ように更に構成されている、適用することと、第2の段階のALFを現在のサンプルに適用することであって、第2の段階のALFを適用すること、1つ又は複数のプロセッサは、現在のサンプルについて第2のクラスインデックスを決定し、第2のクラスインデックスに基づいて、フィルタの第2のセットから第2のフィルタを選択し、第2のサンプル修正値を決定するために、第2のフィルタを現在のサンプルに適用し、第1の中間サンプル値に基づいて、第3のサンプル修正値を決定する、ように更に構成されている、適用することと、サンプル修正値、第2のサンプル修正値、及び第3のサンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定することと、を行うように更に構成されている、条項 15 B～20 B のいずれかに記載のデバイス。

20

30

【0311】

【0266】 条項 23 B：サンプル修正値、第2のサンプル修正値、及び第3のサンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定するために、1つ又は複数のプロセッサは、サンプル修正値、第2のサンプル修正値、及び第3のサンプル修正値を、現在のサンプルに加算する、ように更に構成されている、条項 22 B に記載のデバイス。

【0312】

【0267】 条項 24 B：フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの1つ又は複数、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用するために、1つ又は複数のプロセッサは、フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定するために、デブロッキングフィルタを、フィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用する、ように更に構成されている、条項 15 B～23 B のいずれかに記載のデバイス。

40

【0313】

【0268】 条項 25 B：フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの1つ又は複数、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用するために、1つ又は複数のプロセッサは

50

、デブロッキングフィルタ及びサンプル適応オフセットフィルタを、フィルタ処理前の再構成されたサンプルに適用し、フィルタ処理された再構成されたサンプルを決定する、ように更に構成されている、条項 1 5 B ～ 2 3 B のいずれかに記載のデバイス。

【 0 3 1 4 】

【 0 2 6 9 】 条項 2 6 B : フィルタ処理前の隣接サンプルの値は、デブロックフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうち的一方又は両方が隣接サンプルに適用される前の隣接サンプルの値を含む、条項 1 5 B ～ 2 5 B のいずれかに記載のデバイス。

【 0 3 1 5 】

【 0 2 7 0 】 条項 2 7 B : 1 つ又は複数のプロセッサは、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを含むビデオデータのピクチャを出力する、ように更に構成されている、条項 1 5 B ～ 2 5 B のいずれかに記載のデバイス。

【 0 3 1 6 】

【 0 2 7 1 】 条項 2 8 B : デバイスは、ワイヤレス通信デバイスを備え、ビデオデータを受信するように構成された受信機を更に備える、条項 1 5 B ～ 2 7 B のいずれかに記載のデバイス。

【 0 3 1 7 】

【 0 2 7 2 】 条項 2 9 B : ワイヤレス通信デバイスが電話ハンドセットを備え、受信機が、ワイヤレス通信規格に従って、ビデオデータを含む信号を復調するように構成されている、条項 2 8 B に記載のデバイス。

【 0 3 1 8 】

【 0 2 7 3 】 条項 3 0 B : 復号されたビデオデータを表示するように構成されたディスプレイを更に備える、条項 1 5 B ～ 2 9 B のいずれかに記載のデバイス。

【 0 3 1 9 】

【 0 2 7 4 】 条項 3 1 B : デバイスが、カメラ、コンピュータ、モバイルデバイス、ブロードキャスト受信機デバイス、又はセットトップボックスのうちの 1 つ又は複数を用意する、条項 1 5 B ～ 3 0 B のいずれかに記載のデバイス。

【 0 3 2 0 】

【 0 2 7 5 】 条項 3 2 B : デバイスが、ビデオ符号化デバイスを備える、条項 1 5 B ～ 3 1 B のいずれかに記載のデバイス。

【 0 3 2 1 】

【 0 2 7 6 】 条項 3 3 B : 命令を記憶するコンピュータ可読記憶媒体であって、命令が、1 つ又は複数のプロセッサによって実行されたとき、1 つ又は複数のプロセッサに、ビデオデータのフィルタ処理前の再構成されたブロックを決定させ、フィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、デブロッキングフィルタ又はサンプル適応オフセットフィルタのうちの 1 つ又は複数を用いて、フィルタ処理前の再構成されたブロックに適用させ、最終的なフィルタ処理された再構成されたブロックを決定するために、適応ループフィルタ (A L F) をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用させ、A L F をフィルタ処理された再構成されたブロックに適用するために、命令は、1 つ又は複数のプロセッサに、フィルタ処理された再構成されたブロックの現在のサンプルの値と、フィルタ処理前の隣接サンプルの値との間の差分に基づいて、差分値を決定させ、サンプル修正値を決定するために、フィルタを差分値に適用させ、サンプル修正値に基づいて、最終的なフィルタ処理されたサンプル値を決定させる、コンピュータ可読記憶媒体。

【 0 3 2 2 】

【 0 2 7 7 】 例によっては、本明細書で説明した技法のいずれかのいくつかの行為又はイベントは、異なる順序で実施されてもよく、追加、マージ、又は完全に除外されてもよい (例えば、説明した全ての行為又はイベントが技法の実践に必要であるとは限らない) ことを認識されたい。その上、いくつかの例では、行為又はイベントは、連続的にではなく、例えば、マルチスレッド処理、割込み処理、又は複数のプロセッサを通じて並行して実施されてもよい。

【 0 3 2 3 】

【0278】 1つ又は複数の例では、説明した機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はそれらの任意の組み合わせで実装されてもよい。ソフトウェアで実装される場合、機能は、1つ又は複数の命令又はコードとして、コンピュータ可読媒体上に記憶されてもよく、又はコンピュータ可読媒体を介して送信されてもよく、ハードウェアベースの処理ユニットによって実行されてもよい。コンピュータ可読媒体は、データ記憶媒体などの有形媒体に対応するコンピュータ可読記憶媒体、又は、例えば、通信プロトコルに従って、ある場所から別の場所へのコンピュータプログラムの転送を容易にする任意の媒体を含む通信媒体を含み得る。このように、コンピュータ可読媒体は一般に、(1) 非一時的である有形のコンピュータ可読記憶媒体、又は(2) 信号若しくは搬送波などの通信媒体に対応し得る。データ記憶媒体は、本開示で説明した技法を実装するために命令、コード、及び／又はデータ構造を取り出すために、1つ又は複数のコンピュータ又は1つ又は複数のプロセッサによってアクセスされ得る、任意の利用可能な媒体であってもよい。コンピュータプログラム製品はコンピュータ可読媒体を含み得る。

10

【0324】

【0279】 限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読記憶媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM若しくは他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージ、若しくは他の磁気ストレージデバイス、フラッシュメモリ、又は、命令若しくはデータ構造の形態の所望のプログラムコードを記憶するために使用でき、コンピュータによってアクセスできる任意の他の媒体を含むことができる。また、任意の接続がコンピュータ可読媒体と適切に呼ばれる。例えば、命令が、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、デジタル加入者回線(digital subscriber line、DSL)、又は赤外線、無線、及びマイクロ波などのワイヤレス技術を使用して、ウェブサイト、サーバ、又は他のリモートソースから送信される場合、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、DSL、又は赤外線、無線、及びマイクロ波などのワイヤレス技術は、媒体の定義の中に含まれる。しかしながら、コンピュータ可読記憶媒体及びデータ記憶媒体は、接続、搬送波、信号、又は他の一時的な媒体を含まず、代わりに、非一時的な有形記憶媒体を対象とすることを理解されたい。本明細書で使用するディスク(disk)及びディスク(disc)は、コンパクトディスク(disc)(compact disc、CD)、レーザーディスク(disc)、光ディスク(disc)、デジタル多用途ディスク(disc)(digital versatile disc、DVD)、フロッピーディスク(disk)及びブルーレイディスク(disc)を含み、ディスク(disk)は通常、データを磁氣的に再生し、一方で、ディスク(disc)は、レーザーを用いてデータを光学的に再生する。上記の組み合わせもコンピュータ可読媒体の範囲内に含まれるべきである。

20

30

【0325】

【0280】 命令は、1つ又は複数のDSP、汎用マイクロプロセッサ、ASIC、FPGA、又は他の等価な集積論理回路若しくはディスクリート論理回路など、1つ又は複数のプロセッサによって実行されてもよい。したがって、本明細書で使用する「プロセッサ」及び「処理回路」という用語は、上述の構造、又は本明細書で説明した技法の実装に適した任意の他の構造のいずれかを指すことがある。加えて、いくつかの態様では、本明細書で説明した機能は、符号化及び復号のために構成された専用ハードウェアモジュール及び／若しくはソフトウェアモジュール内で提供されてもよく、又は複合コーデックの中に組み込まれてもよい。また、技法は、1つ又は複数の回路又は論理要素において完全に実装されてもよい。

40

【0326】

【0281】 本開示の技法は、ワイヤレスハンドセット、集積回路(IC)、又はICのセット(例えば、チップセット)を含む、多種多様なデバイス又は装置に実装されてもよい。開示された技法を実施するように構成されたデバイスの機能的態様を強調するために、様々な構成要素、モジュール、又はユニットについて本開示で説明したが、それらは必ずしも異なるハードウェアユニットによる実現を必要とするとは限らない。むしろ、上記で説明されたように、様々なユニットは、コーデックハードウェアユニットにおいて組み

50

合わせられてもよく、又は好適なソフトウェア及び／若しくはファームウェアと連携して、上記で説明した1つ又は複数のプロセッサを含む、相互動作可能なハードウェアユニットの集合によって提供されてもよい。

【0327】

【0282】 様々な例について説明した。これら及び他の例は以下の特許請求の範囲に入る。

【図面】

【図1】

【図2A】

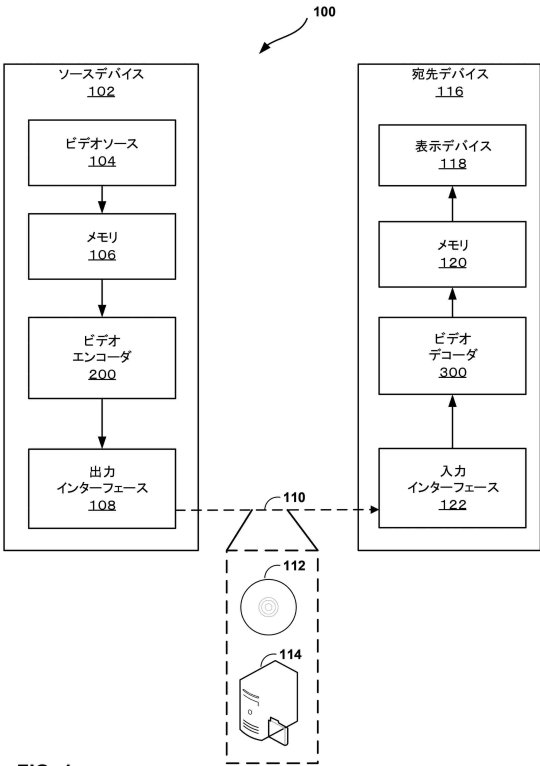


FIG. 1

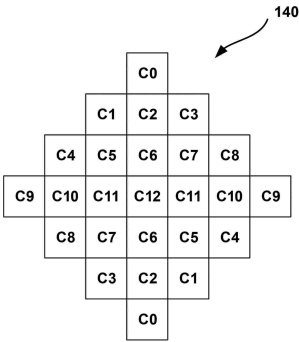


FIG. 2A

10

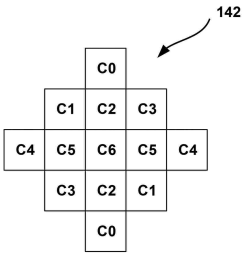
20

30

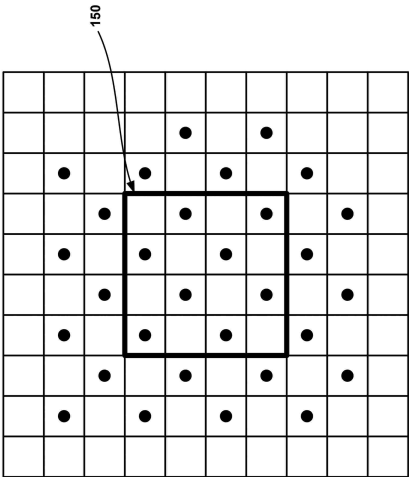
40

50

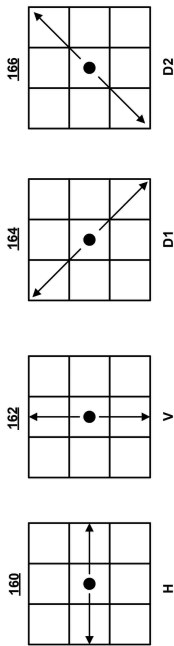
【 図 2 B 】



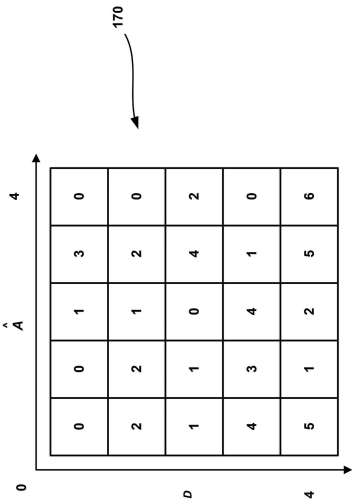
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



10

20

30

40

50

【図 6】

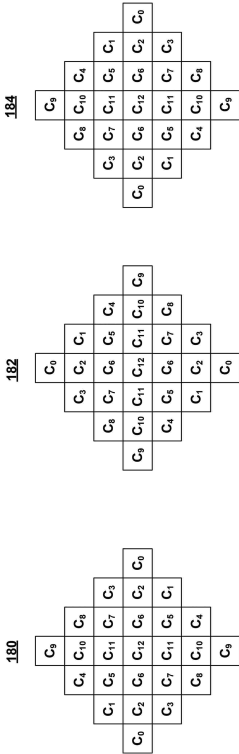


FIG. 6

【図 7 A】

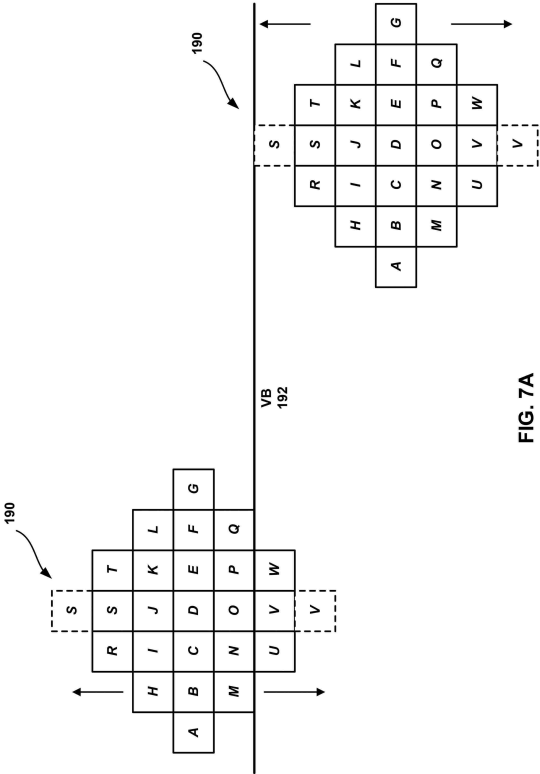


FIG. 7A

【図 7 B】

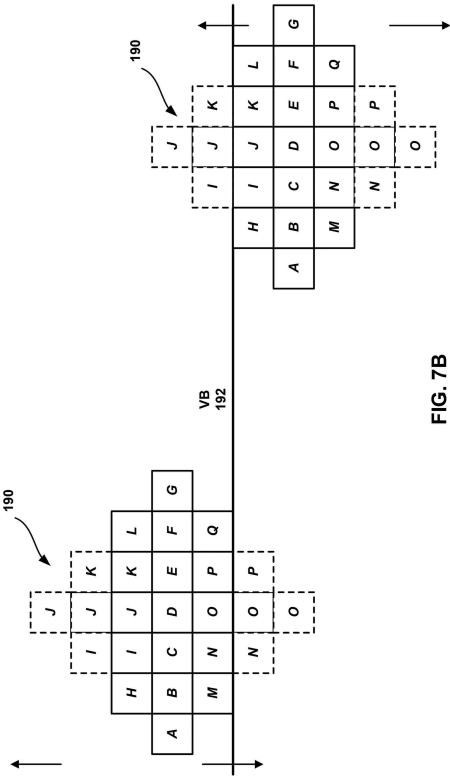


FIG. 7B

【図 7 C】

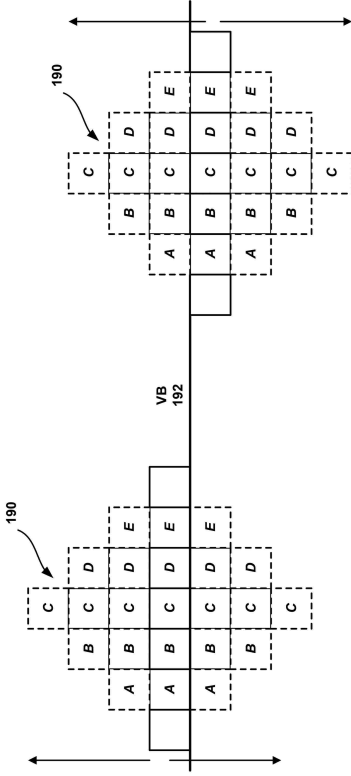


FIG. 7C

10

20

30

40

50

【図 8】

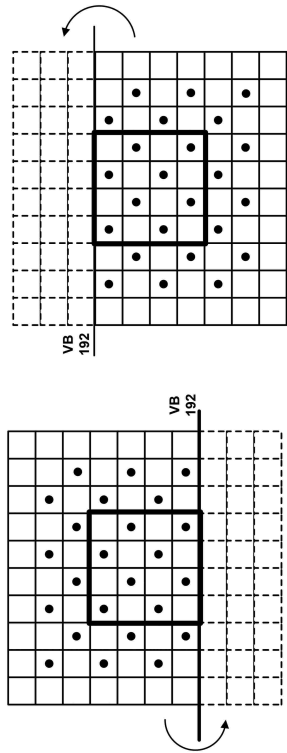


FIG. 8

【図 9】

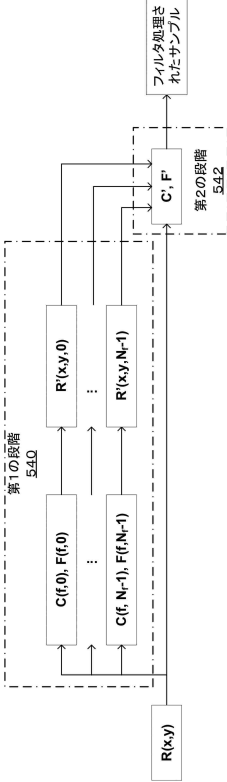


FIG. 9

【図 10】

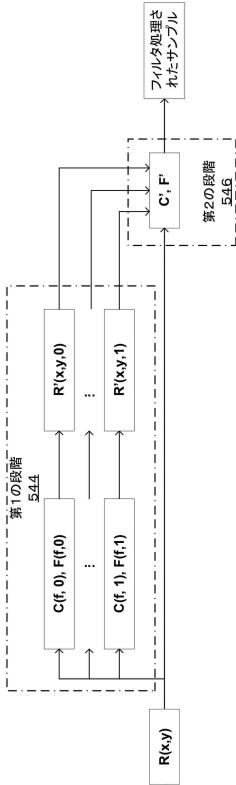


FIG. 10

【図 11】

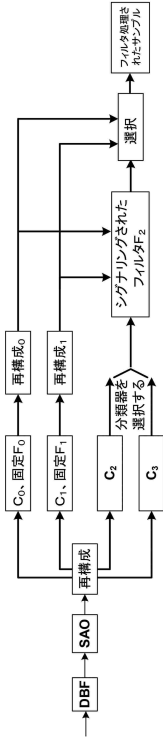


FIG. 11

10

20

30

40

50

【図 1 2】

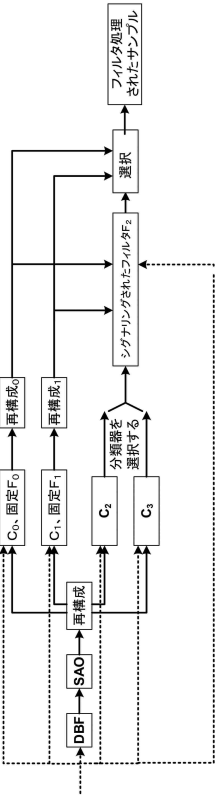


FIG. 12

----- DBF前のサンプル602

【図 1 3】

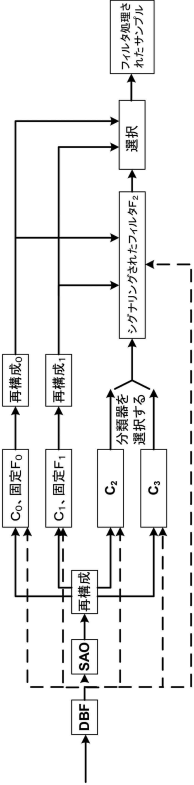


FIG. 13

----- SAO前のサンプル604

【図 1 4】

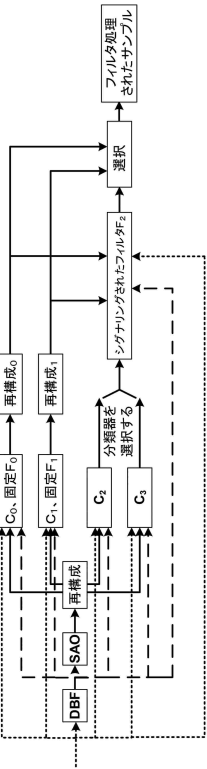


FIG. 14

----- SAO前のサンプル606
----- DBF前のサンプル608

【図 1 5 A】



FIG. 15A

10

20

30

40

50

【 1 5 B 】

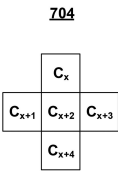


FIG. 15B

【 1 5 C 】

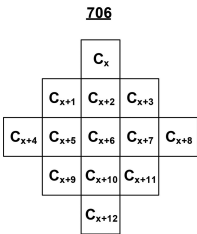


FIG. 15C

10

【 1 5 D 】

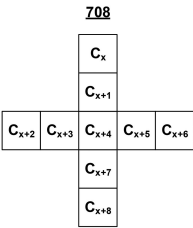


FIG. 15D

【 1 5 E 】

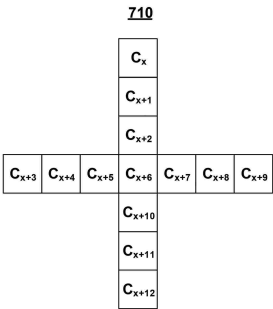


FIG. 15E

20

30

40

50

【図 1 5 F】

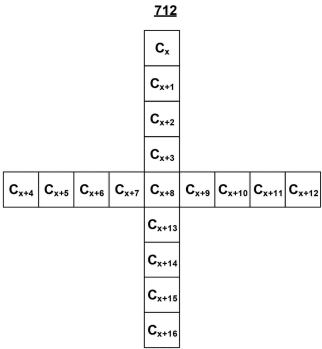


FIG. 15F

【図 1 5 G】

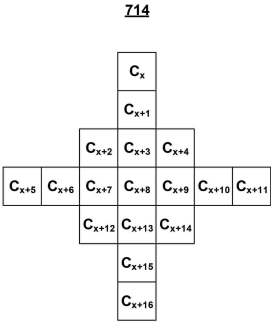


FIG. 15G

10

【図 1 5 H】

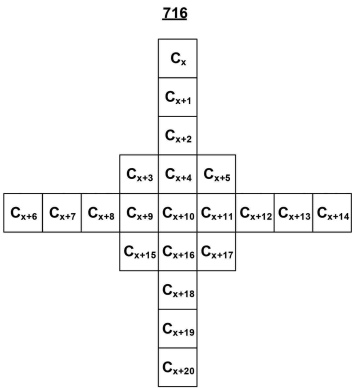


FIG. 15H

【図 1 6 A】

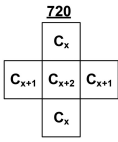


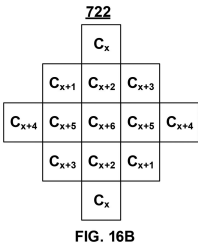
FIG. 16A

30

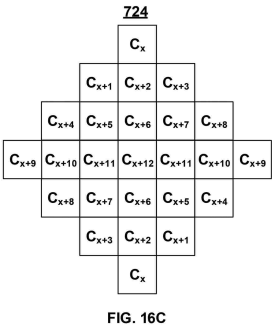
40

50

【図 1 6 B】

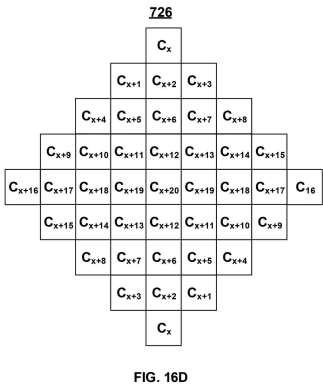


【図 1 6 C】

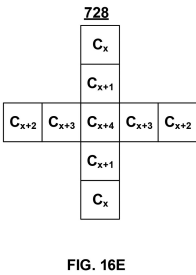


10

【図 1 6 D】



【図 1 6 E】



20

30

40

50

【 図 1 6 F 】

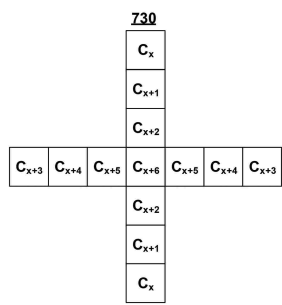


FIG. 16F

【 図 1 6 G 】

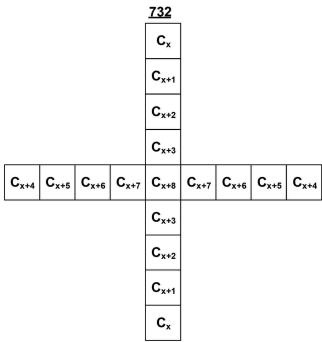


FIG. 16G

10

20

【 図 1 6 H 】

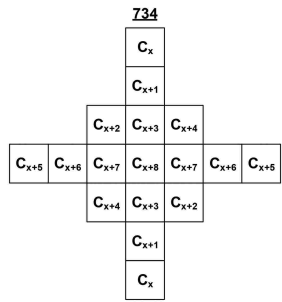


FIG. 16H

【 図 1 6 I 】

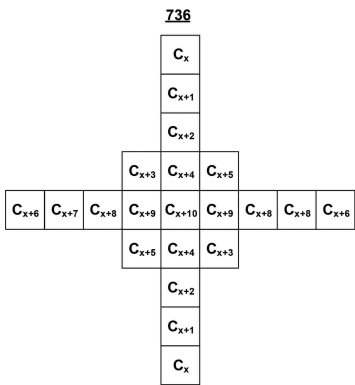


FIG. 16I

30

40

50

【図 17】

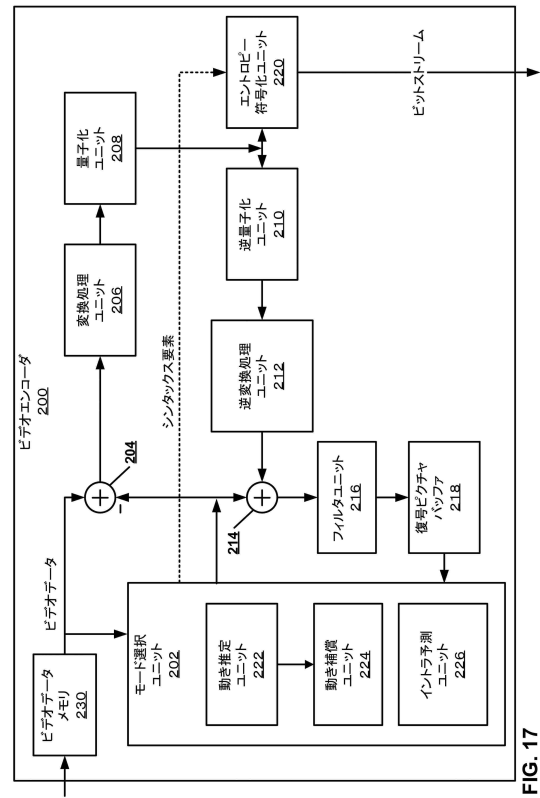


FIG. 17

【図 18】

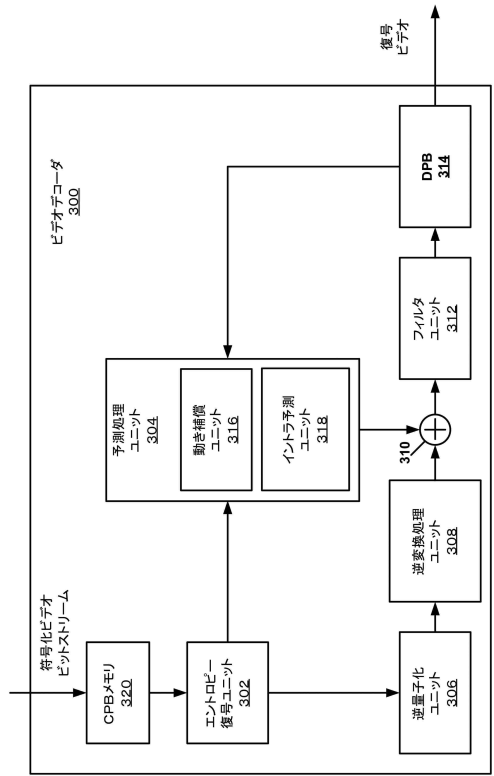


FIG. 18

【図 19】

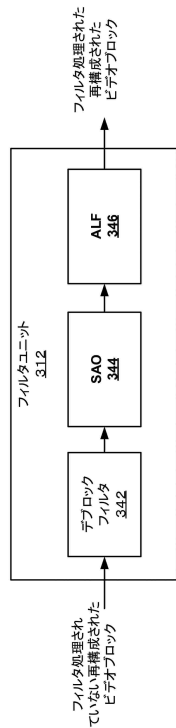


FIG. 19

【図 20】

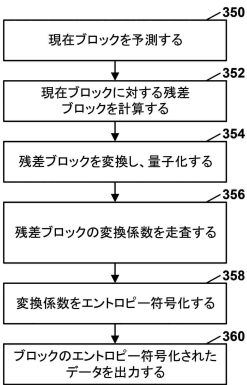


FIG. 20

10

20

30

40

50

【図 2 1】

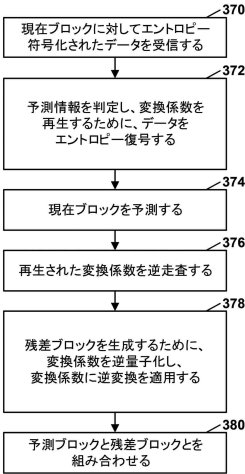


FIG. 21

【図 2 2】

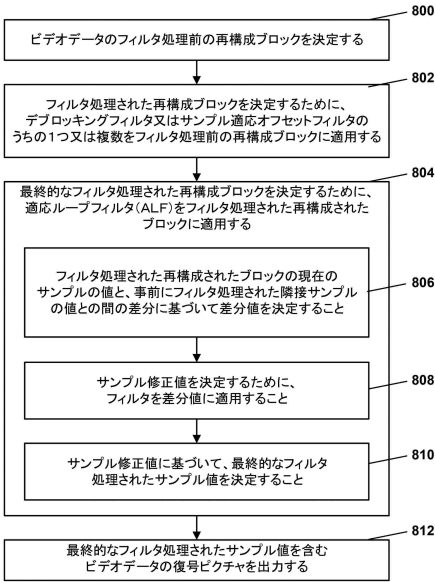


FIG. 22

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

1

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2023/064108

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	"Algorithm description of Enhanced Compression Model 3 (ECM 3)", 136. MPEG MEETING; 20211011 - 20211015; ONLINE; (MOTION PICTURE EXPERT GROUP OR ISO/IEC JTC1/SC29/WG11), , no. n20912 7 March 2022 (2022-03-07), XP030302419, Retrieved from the Internet: URL:https://dms.mpeg.expert/doc_end_user/d ocuments/136_OnLine/wg11/MDS20912_WG05_N00 090.zip WG5_N0090_ECM3.docx [retrieved on 2022-03-07] page 20, paragraphs 3.4.2, 3.4.3 -----	1-33

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International application No	
Information on patent family members				PCT/US2023/064108	
Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 2021057946	A1	01-04-2021	CN	114450954 A	06-05-2022
			EP	4022910 A1	06-07-2022
			JP	2022550337 A	01-12-2022
			KR	20220063177 A	17-05-2022
			US	2023091813 A1	23-03-2023
			WO	2021057946 A1	01-04-2021

US 2020404335	A1	24-12-2020	AU	2020301234 A1	06-01-2022
			BR	112021025357 A2	01-02-2022
			CN	114080805 A	22-02-2022
			EP	3987812 A1	27-04-2022
			KR	20220024101 A	03-03-2022
			TW	202110177 A	01-03-2021
			US	2020404335 A1	24-12-2020
			WO	2020264004 A1	30-12-2020

10

20

30

40

50

フロントページの続き

,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,D
E,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,S
M,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,
AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,
ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,L
A,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL
,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC
,VN,WS,ZA,ZM,ZW

2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 コトラ、ベンカタ・メヘル・サトチット・アナンド

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ド
ライブ 5 7 7 5

(72)発明者 カルチェビチ、マルタ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ド
ライブ 5 7 7 5

F ターム (参考) 5C159 KK03 MA04 MA05 MC11 ME01 PP04 TA70 TB08 TC02 TC42
TD05 UA02 UA05 UA16